

ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. 109
Ημερομηνία 26-10-05

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής

Πτυχιακή Διατριβή

**Εξοικονόμηση νερού με εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων
άρδευσης**



Χορευτάκη Στεφανία (703)

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Μ. Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη

Βόλος, Οκτώβριος 2005



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.:	4893/1
Ημερ. Εισ.:	8/9/2006
Δωρεά:	Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός:	ΠΤ – ΦΠΑΠ
	2005
	ΧΟΡ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα επιθυμούσα, κατ' αρχάς, να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κ. Μαρία Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, για τη δυνατότητα που μου έδωσε ώστε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο αντικείμενο, όσο και για τη διαρκή καθοδήγηση και υποστήριξή της καθ' όλη τη διάρκεια πραγματοποίησης της παρούσας διατριβής.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Αρβανιτογιάννη Ιωάννη και το Λέκτορα κ. Μαυρομάτη Αθανάσιο της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τη συμμετοχή τους στην τριμελή επιτροπή.

Τον κ. Παπανίκο Νικόλαο, μέλος Ε.Ε.Δ.Π. του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τη συμβόλη του όποτε του ζητήθηκε.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΕΥΤΛΩΝ.....	8
1.1. Καταγωγή.....	8
1.2. Σημασία για τη χώρα μας.....	9
1.3. Συστηματική κατάταξη.....	12
1.4. Βοτανικά στοιχεία.....	13
1.4.1. Περιγραφή του φυτού.....	13
1.4.2. Ρίζα.....	14
1.4.3. Φύλλα.....	15
1.4.4. Ταξιανθία.....	15
1.4.5. Άνθη.....	15
1.4.6. Άνθιση.....	16
1.4.7. Καρπός.....	16
1.5. Αύξηση-Ανάπτυξη.....	16
1.6. Οικολογικές απαιτήσεις.....	17
1.7. Κλίμα.....	17
1.7.1. Θερμοκρασία.....	17
1.7.2. Υγρασία.....	18
1.7.3. Έδαφος.....	18
1.8. Ελληνικές εδαφοκλιματικές συνθήκες.....	19
1.9. Καλλιεργητικές μεταχειρίσεις.....	21
1.9.1. Αμειψισπορά.....	21
1.9.2. Επιλογή αγρού.....	22
1.9.3. Λίπανση.....	22
1.9.4. Καταπολέμηση ζιζανίων.....	24
1.9.5. Σπορά.....	25
1.9.6. Αραίωμα.....	25
1.9.7. Σκάλισμα.....	25
1.9.8. Άρδευση.....	26
1.9.9. Χρόνος άρδευσης.....	28

1.9.10. Καταιονισμός-Τεχνητή βροχή.....	31
1.9.11. Επιφανειακό πότισμα.....	31
1.9.12. Στάγδην άρδευση.....	31
1.9.13. Συγκομιδή.....	32
1.9.14. Αποθήκευση.....	32
1.9.15. Ασθένειες-Εχθροί.....	32
1.9.15.1. Ασθένειες.....	32
1.9.15.2. Ζωικά παράσιτα.....	34
2. ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ.....	36
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	39
3.1. Περιγραφή του πειραματικού αγρού.....	39
3.2. Εδαφολογικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού.....	42
3.3. Κατεργασία του εδάφους πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας....	43
3.4. Εγκατάσταση της καλλιέργειας.....	43
3.5. Εργασίες μετά τη σπορά.....	44
3.6. Υλικά άρδευσης.....	44
3.7. Πορεία ανάπτυξης της καλλιέργειας.....	48
3.8. Μέθοδος του εξατμισόμετρου.....	50
3.9. Παράγοντες που επηρεάζουν την εξατμισοδιαπνοή.....	52
3.10. Σύστημα προσδιορισμού του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (Leaf Area Index, LAI).....	52
3.11. Μετεωρολογικά δεδομένα.....	53
3.12. Δειγματοληψίες.....	54
3.13. Στατιστική επεξεργασία.....	58
3.14. Υπολογισμός δόσεων - εύρους άρδευσης - διάρκειας άρδευσης....	58
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	88
4.1. Κλιματικά δεδομένα.....	88
4.2. Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας.....	89
4.3. Νερό που χορηγήθηκε στις μεταχειρίσεις.....	91
4.4. Αποτελέσματα δειγματοληψιών.....	91
4.4.1. Αριθμός ριζών.....	92

4.4.2. Βάρος φύλλων και κορυφών.....	93
4.4.3. Βάρος ριζών.....	95
4.4.4. Σακχαρικός τίτλος (Pol).....	97
4.4.5. Βάρος ριζών σε σχέση με το σακχαρικό τίτλο.....	98
4.4.6. Στρεμματοζάχαρο-Αξία αγοράς τεύτλων.....	98
4.4.7. Μελασσογόνα συστατικά (K, Na, α-Na).....	100
5. ΠΗΓΕΣ.....	104
5.1. Ηλεκτρονικές διευθύνσεις.....	104
5.2. Βιβλιογραφία.....	105

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η γεωργία επιτελεί σημαντική κατανάλωση πηγών ύδατος στην Ευρώπη, η οποία υπολογίζεται στο 30% περίπου της συνολικής χρήσης νερού. Η κλίμακα και η σημασία της άρδευσης είναι σημαντικά μεγαλύτερη στα νότια Κράτη Μέλη και περισσότερο αμελητέα στα βόρεια. Στο νότο, η άρδευση καλύπτει πάνω από το 60% της χρήσης του νερού, ενώ στα βόρεια Κράτη Μέλη αυτή ποικίλει μεταξύ 0-30%. Η χρήση ύδατος για άρδευση είναι σχετικά ασήμαντη στην Ιρλανδία και τη Φιλανδία, μέτρια στη Σουηδία, το Λουξεμβούργο και τη Δανία, αυξημένης τοπικής χρήσης στο Ηνωμένο Βασίλειο, το Βέλγιο, την Ολλανδία, τη Γερμανία, την Αυστρία και τη Γαλλία και εθνικώς σημαντική στην Πορτογαλία, την Ισπανία, την Ιταλία και την Ελλάδα.

Σημειώνεται ενδεικτικά ότι η συνολική έκταση της χώρας μας είναι 135 εκ. στρέμματα και ότι από αυτά η γεωργική έκταση καλύπτει τα 39 εκ. στρέμματα περίπου. Τα 13,6 εκ. στρέμματα της γεωργικής έκτασης αρδεύονται και καλλιεργούνται κατά κανόνα με εαρινές καλλιέργειες, ενώ μελλοντικό στόχο αποτελεί η άρδευση 18 εκ. στρεμμάτων, εφ' όσον υπολογίζεται ότι το υδατικό δυναμικό της χώρας μας δύναται να καλύψει αυτήν την έκταση. Οι αροτραίες καλλιέργειες, στις οποίες περιλαμβάνεται και αυτή του ζαχαρότευτλου, καταλαμβάνουν έκταση 23 εκ. στρεμμάτων περίπου, από τα οποία τα 9 εκ. στρέμματα αρδεύονται. Το 34% των αροτραίων καλλιεργειών ανήκει σε ημιορεινές και ορεινές κοινότητες. Στην Καρδίτσα και τα Τρίκαλα, οι αροτραίες καλλιέργειες καταλαμβάνουν το 90% της συνολικής γεωργικής έκτασης, στη Λάρισα το 80%, ενώ στη Μαγνησία το 52% λόγω της σημαντικής παρουσίας των δενδρωδών καλλιεργειών (περίπου 37%).

Η εξοικονόμηση ύδατος αποτελεί ουσιαστικό λόγο για ερευνητικούς σκοπούς. Για αυτόν τον λόγο υπάρχει διεθνές ενδιαφέρον για την ανάπτυξη και εφαρμογή μερικώς ή πλήρως αυτοματοποιημένων συστημάτων άρδευσης. Αυτά ελαχιστοποιούν σε μεγάλο βαθμό το κόστος εφαρμογής του νερού, επιτυγχάνουν υψηλότερες αποδόσεις στις καλλιέργειες και σχεδόν εκμηδενίζουν τις απώλειες κατά τη χορήγηση του ύδατος στα φυτά. Στα μεσογειακά κλίματα, όπου η

ποσότητα του νερού είναι μειωμένη και κυρίως χορηγείται σε καλλιέργειες με υψηλή πρόσοδο, είναι ανάγκη να επιδιωχθούν οι εναλλακτικές πρακτικές άρδευσης για την επίλυση του προβλήματος. Η επιφανειακή στάγδην άρδευση κατατάσσεται στις σύγχρονες μεθόδους άρδευσης και χαρακτηρίζεται από υψηλή αποδοτικότητα χρήσης ύδατος.

Το παρόν πείραμα έχει ως αντικείμενο την άρδευση καλλιέργειας ζαχαρότευτλων με σύγχρονες μεθόδους άρδευσης και την εξοικονόμηση νερού. Πιο συγκεκριμένα, στοχεύει στην αξιολόγηση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης ως μεθόδου άρδευσης.

1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ

1.1. Καταγωγή

Το γένος *Beta*, στο οποίο ανήκουν τα τεύτλα, θεωρείται ότι κατάγεται από τη Δυτική Ασία και πιο συγκεκριμένα από τον Καύκασο. Από την περιοχή αυτή, τα διάφορα είδη επεκτάθηκαν στην Ευρώπη και την Ασία με όρια προσαρμογής 35-60° Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος. Ορισμένα άγρια συγγενή, με το καλλιεργούμενο, είδη αυτοφύονται και στη χώρα μας, όπως το *Beta maritima*. Ο όρος «τεύτλον» αποτελεί την αρχαία, ελληνική ονομασία του. Κατά τη ρωμαϊκή εποχή επικράτησε η ονομασία *Beta*, με πιθανώς ελληνική προέλευση.

Συνιστά καλλιέργεια της εύκρατης ζώνης του Βορείου Ημισφαιρίου και κυρίως της Ευρώπης. Στο Νότιο Ημισφαίριο καλλιεργείται ελάχιστα λόγω επικράτησης του σακχαροκάλαμου. Η παγκόσμια καλλιεργούμενη έκταση με ζαχαρότευτλα καλύπτει 80 εκ. στρέμματα, ενώ η μέση τιμή για το στρεμματοζάχαρο είναι 375kg περίπου. Κύριες παραγωγικές χώρες είναι οι: πρώην Σοβιετική Ένωση, Γερμανία, Τσεχία, Σλοβακία, Γαλλία, Πολωνία και Η.Π.Α.. Η παραγωγή εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης ανέρχεται στο 35-40% της παγκόσμιας παραγωγής. Το ίδιο περίπου ποσοστό καταλαμβάνουν και οι χώρες του πρώην Ανατολικού Συνασπισμού. Οι μεγαλύτερες αποδόσεις παρατηρούνται σε χώρες της Δυτικής Ευρώπης, ενώ οι αποδόσεις στις μεσογειακές χώρες παρουσιάζουν διακυμάνσεις λόγω των καιρικών συνθηκών και των προσβολών από ασθένειες.

Τα τεύτλα αναφέρονταν από πολλούς αρχαίους Έλληνες, όπως ο Ιπποκράτης, και αποτέλεσαν συστατικό της διατροφής των αρχαίων Αιγυπτίων. Ως γλυκαντική πηγή αναγνωρίστηκαν περί το 1500, αλλά μόλις το 1747 διαπιστώθηκε ότι το σάκχαρο του ζαχαρότευτλου, ήταν κοινό με αυτό του σακχαροκάλαμου. Πενήντα έτη αργότερα, εφαρμόστηκε μέθοδος βιομηχανικής εξαγωγής ζάχαρης, η οποία απέτυχε κυρίως λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας των τεύτλων σε ζάχαρη.

Οι πρώτες λεπτομερείς περιγραφές των ποικίλων ειδών του ζαχαρότευτλου παρέχονται από τον Caesalpinus το 1538 όπου αναγνωρίζει τέσσερις ποικιλίες.

Από το 17^ο αιώνα τα ζαχαρότευτλα καλλιεργούνται στον αγρό, κύρια σε Γαλλία και Γερμανία, και χρησιμοποιούνται ως ζωτροφή.

Περί το 1850, ανακαλύφθηκε το τεύτλο ως βιομηχανικό φυτό για την εξαγωγή ζάχαρης. Ο χημικός Andreas Sigismund Marggraf, απέδειξε ότι οι κρύσταλλοι του σακχάρου που περιέχονται στο χυμό του ζαχαρότευτλου είναι παρόμοιοι με του ζαχαροκάλαμου.

Με τη βελτιωτική προσπάθεια και ιδιαίτερα του Vilmorin στη Γαλλία, που εφάρμοσε πρώτος τη μέθοδο δοκιμής των απογόνων, δημιουργήθηκαν ποικιλίες με περιεκτικότητα σε ζάχαρη 16-17% που είναι παραπλήσια με τη σημερινή. Παράλληλα, σημειώθηκε πρόοδος στη βιομηχανική τεχνολογία και από το 1850 έγινε οικονομικώς συμφέρουσα η παραγωγή κρυσταλλικής ζάχαρης από τα ζαχαρότευτλα.

Η δημιουργία ειδικών Ινστιτούτων και φορέων έδωσε νέα ώθηση στην καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων. Ανάμεσα σε αυτούς τους φορείς ξεχωρίζει το Διεθνές Ινστιτούτο Έρευνας Ζαχαρότευτλων που αποτελείται από ειδικούς επιστήμονες των χωρών που καλλιεργούν ζαχαρότευτλα.

1.2. Σημασία για τη χώρα μας

Τα ζαχαρότευτλα άρχισαν να καλλιεργούνται στην Ευρώπη, για βιομηχανική παραγωγή ζάχαρης, μετά το 1800, ενώ στην Ελλάδα από το 1984, όταν λειτούργησε το πρώτο ελληνικό εργοστάσιο ζάχαρης στη Λαζαρίνα της Θεσσαλίας. Το συγκεκριμένο εργοστάσιο έκλεισε μετά από 15ετή λειτουργία λόγω φυτοπαθολογικών προβλημάτων και εξαιτίας του γεγονότος της θέσπισης του μονοπωλίου ζάχαρης όπου απαγορεύτηκε η παραγωγή της στη Ελλάδα.

Το 1960 ιδρύθηκε από την κρατική Αγροτική Τράπεζα της Ελλάδος, η Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης Α.Ε. (Ε.Β.Ζ.), η οποία σταδιακά, ως το 1975, εγκατέστησε πέντε ζαχαρουργεία (Λάρισα, Πλατύ, Σέρρες, Ξάνθη, Ορεστιάδα) και έκτοτε καλύπτει το 90-100% της εγχώριας κατανάλωσης ζάχαρης. Πιο

συγκεκριμένα, μέσα σε δέκα έτη καλύφθηκαν οι ανάγκες της χώρας σε ζάχαρη και η στρεμματική απόδοση κατέληξε να είναι ανάμεσα στις υψηλότερες της Ευρώπης. Μέχρι το 1980, η καλλιεργούμενη έκταση κυμαινόταν στο σταθερό επίπεδο των 400-450χιλ. στρ., η στρεμματική απόδοση των ριζών ήταν 6.5t περίπου και της ζάχαρης 900kg. Η εξάπλωση της τευτλοκαλλιέργειας συνέβαλε στην ανάπτυξη της κτηνοτροφίας με τα υπολείμματα της καλλιέργειας. Επιπλέον, η μελάσα χρησιμοποιείται και για την παραγωγή οινοπνεύματος, ζυμών αρτοποιίας, φαρμακευτικών προϊόντων κλπ. Οι εγκαταστάσεις των ελληνικών ζαχαρουργείων απεικονίζονται παρακάτω (Εικ. 1.1., Εικ. 1.2., Εικ. 1.3., Εικ. 1.4., Εικ. 1.5.):



Εικόνα 1.1. Λάρισα



Εικόνα 1.2. Σέρρες



Εικόνα 1.3. Ξάνθη



Εικόνα 1.4. Πλατύ



Εικόνα 1.5. Ορεστιάδα

Από τη δεκαετία του 1980 έως σήμερα, υποχώρησε η ανταγωνιστικότητα της καλλιέργειας σε σημείο που πολλές χρονιές να μην επιτυγχάνεται ο στόχος των 400χιλ. στρ. που θεωρείται απαραίτητος για την οικονομικότητα της λειτουργίας των εργοστασίων και την κάλυψη των αναγκών της χώρας σε ζάχαρη. Οι λόγοι που συνετέλεσαν σε αυτό το αποτέλεσμα, είναι η αύξηση της ανταγωνιστικότητας του βαμβακιού, κυρίως λόγω των επιδοτήσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα προβλήματα που παρουσιάζει η καλλιέργεια με τη συνεχή χρήση, κυρίως ο μειωμένος σακχαρικός τίτλος, και η μη ορθή πολιτική που εφαρμόστηκε ως προς ορισμένα σημεία. Τα τελευταία έτη παρατηρείται ξανά αύξηση του ενδιαφέροντος για την καλλιέργεια.

Η καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων ελέγχεται από την Ελληνική Εταιρεία Ζάχαρης, με την οποία οι παραγωγοί συνάπτουν συμβόλαιο, εξασφαλίζοντας με αυτόν τον τρόπο μια εγγυημένη τιμή παράδοσης των τεύτλων τους.

Η Ε.Ε. στα πλαίσια της Κοινής Οργάνωσης Αγοράς (Κ.Ο.Α.), εφαρμόζει ειδικό καθεστώς για την παραγωγή ζάχαρης στα Κράτη Μέλη και στηρίζει την παραγωγή ορισμένης ποσόστωσης (quota) ανά Κράτος. Η ποσόστωση

διακρίνεται σε ποσόστωση Α και Β. Η ποσόστωση Α ονομάζεται και βασική ποσόστωση και για τη ζάχαρη αυτή καταβάλλεται συνεισφορά στην παραγωγή ύψους 2% της τιμής παρέμβασης. Η ποσόστωση Β θεωρείται ποσόστωση εξειδίκευσης και είναι ενδεικτική του δυναμισμού του τομέα κάθε χώρας. Για τη ζάχαρη αυτή καταβάλλεται συνεισφορά στην παραγωγή πέραν του 2%, η οποία μπορεί να φθάσει μέχρι 39,5%. Η συνολική ποσότητα Α και Β ποσόστωσης αποτελεί τη μέγιστη ποσόστωση (εθνική ποσόστωση=319χιλ. τόνοι ζάχαρης, Α ποσόστωση=290 χιλ. τόνοι ζάχαρης και Β ποσόστωση=29 χιλ. τόνοι ζάχαρης). Η επιπλέον παραγωγή αποθηκεύεται ως ρυθμιστικό απόθεμα και διατίθεται σε επόμενες χρήσεις ή εξάγεται σε Τρίτες Χώρες.

Με την καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων ασχολούνται περίπου 25 χιλιάδες οικογένειες στη χώρα μας.

1.3. Συστηματική κατάταξη

Το γένος *Beta* ανήκει στην οικογένεια Chenopodiaceae. Χαρακτηριστικό αυτής είναι ότι τα άνθη δεν φέρουν πέταλα, φέρουν βράκτια φύλλα, πέντε στήμονες, ωοθήκη με 2-5 καρπόφυλλα, μια σπερμοβλάστη και καρυοειδή καρπό. Το γένος *Beta*, κατά τον Ulbrich, υποδιαιρείται σε τέσσερις ομάδες που περιλαμβάνουν 13 είδη:

Ομάδα I: *Vulgaris* (χρωμοσωμικός αριθμός 2n)

- *Beta vulgaris* L.
- *Beta maritima* L.
- *Beta macrocarpa* Guss
- *Beta patul* Ait 18
- *Beta artipicifolia* Rouy 18

Ομάδα II: *Carollinae*

- *Beta macrorhiza* stev. 18
- *Beta trigyna* wald et kit 36-52
- *Beta foliosa* Hausskn
- *Beta lomatogoma* Fisch et Mey 18,36

Ομάδα III: *Nanae* (χρωμοσωμικός αριθμός 2n)

- *Beta nana* boiss et Held

Ομάδα IV: Patellares

- *Beta patellaris* moq. 18

- *Beta procumbens* chr. Sm 18

- *Beta webbiana* moq. 18

Από αυτά καλλιεργείται μόνο το *Beta vulgaris* που υποδιαιρείται σε πέντε βοτανικές ποικιλίες:

- *Beta vulgaris* var. *maritima* (αυτοφυές)

- *Beta vulgaris* var. *cicla* (σέσκουλο)

- *Beta vulgaris* var. *crassa* (κτηνοτροφικό τεύτλο)

- *Beta vulgaris* var. *sacharifera* (ζαχαρότεύτλο)

- *Beta vulgaris* var. *cruenta* κοκκινογούλια (κηπευτικό).

1.4. Βοτανικά στοιχεία

1.4.1. Περιγραφή του φυτού

Τα ζαχαρότεύτλα είναι φυτά ποώδη, διετή ή πολυετή, είναι δυνατόν όμως με ορισμένες συνθήκες να γίνουν μονοετή. Το φαινόμενο της άνθησης από το πρώτο έτος καλείται «bolting» και είναι ανεπιθύμητο, καθώς η παραγωγή του ανθικού στελέχους απορροφά μέρος των θρεπτικών ουσιών οι οποίες διαφορετικά θα αποταμιεύονταν στις ρίζες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να προκύπτουν μικρές ρίζες με χαμηλή περιεκτικότητα σε ζάχαρη.

Επιπλέον, αν συμβεί αυτό, οι ρίζες γίνονται πολύ σκληρές και δύσκολα εκριζώνονται με αποτέλεσμα να δυσκολεύουν την εργασία των εξαγωγέων. Η τάση για πρόωρη άνθηση είναι χαρακτηριστικό της ποικιλίας. Επίσης, σπουδαίος παράγοντας είναι οι καιρικές συνθήκες κατά τη διάρκεια του φυτρώματος του σπόρου κατά τα πρώτα στάδια αναπτύξεως του. Περίοδος ψυχρού καιρού (κάτω των -4°C) μετά το φύτεμα και πριν την πλήρη ανάπτυξη, γενικά αυξάνει τον αριθμό των φυτών που ανθίζουν κατά το πρώτο έτος. Είναι πολύ πιθανό οι χαμηλές θερμοκρασίες κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού, όταν η σπορά γίνεται πολύ νωρίς, να συνιστούν αίτια προάνθησης, πάρα η αύξηση του μήκους της βλαστικής περιόδου. Για αυτό το λόγο συνίσταται να προτιμώνται

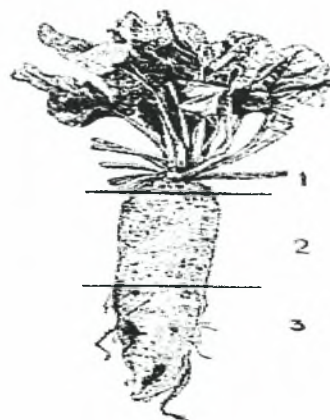
εκείνες οι ποικιλίες που δεν παρουσιάζουν προάνθηση για πολύ πρώιμες σπορές.

1.4.2. Ρίζα

Το ώριμο φυτό συνιστά έναν σαρκώδη άξονα σχήματος σχεδόν κυλινδρικού, κωνικού ή ωοειδούς. Ο σαρκώδης αυτός άξονας αποτελείται από τη στεφάνη, το λαιμό και την πασσαλώδη ρίζα. Η στεφάνη περιλαμβάνει την κορυφή (apex) και τα φύλλα που φύονται στο λαιμό σε σπειροειδή διάταξη (ροζέτα). Έχει σχήμα κωνικό και βρίσκεται στο ανώτερο τμήμα του τεύτλου, ενώ είναι βραχεία. Ο λαιμός είναι λείος και δεν φέρει φύλλα ή ρίζες. Στα ζαχαρότευτλα είναι βραχύτατος ενώ στα κτηνοτροφικά τεύτλα πολύ ανεπτυγμένος. Παρακάτω (Εικ. 1.6.) απεικονίζονται ένα ζαχαρότευτλο και ένα κτηνοτροφικό τεύτλο και τα μέρη από τα οποία αποτελούνται:



Ζαχαρότευτλο



Κτηνοτροφικό τεύτλο

(1. στεφάνη, 2. λαιμός, 3. ρίζα)

Εικόνα 1.6. Ζαχαρότευτλο – Κτηνοτροφικό τεύτλο

Αμέσως μετά το λαιμό εντοπίζεται η κυρίως ρίζα, η οποία είναι σαρκώδης και έχει σχήμα κωνικό. Καταλήγει προς τα κάτω σε μια λεπτή πασσαλώδη ρίζα. Η ρίζα φέρει άφθονα ριζίδια σε δύο κατακόρυφες σειρές που συνήθως είναι διπλές και φύονται σε κατακόρυφες αυλακώσεις των τεύτλων.

Το ζαχαρότευτλο έχει ισχυρή, βαθιά πασσαλώδη ρίζα, η οποία σε πλούσια και με αρκετή υγρασία εδάφη αναπτύσσεται γρήγορα, σχεδόν κατακόρυφα και συνήθως λεπτύνεται. Το βάθος που μπορεί να φθάσει είναι 1,5-2m. Τα ριζίδια εμφανίζονται όταν τα φυτά είναι ηλικίας 6-8 εβδομάδων και αυξάνουν διαρκώς σε αριθμό. Η ανάπτυξή τους γίνεται με οριζόντια κατεύθυνση ώστε περιβάλλουν το φυτό σε ακτίνα 15-45cm.

Εάν το τεύτλο αναπτύσσεται σε εδάφη με ανεπαρκή υγρασία, η πασσαλώδης ρίζα γίνεται κοντή, δεν εισχωρεί βαθιά στο έδαφος και λαμβάνει ακανόνιστο σχήμα.

Η κατανομή της ζάχαρης στην ρίζα του τεύτλου δεν είναι ομοιόμορφη και δεν έχει την ίδια καθαρότητα στα διάφορα τμήματά της. Στην ανώτερη περιοχή της επιδερμίδας, όπως και τη στεφάνη, η περιεκτικότητα σε ζάχαρη είναι μικρότερη από ότι στα υπόλοιπα τμήματα.

1.4.3. Φύλλα

Τα φύλλα είναι ευμεγέθη, απλά, έμμισχα, κυματοειδή συνήθως, και φύονται κατά σπειροειδή διάταξη. Φέρουν μίσχο σχεδόν τριγωνικής διατομής, ο οποίος στη βάση του είναι πλατύτερος. Το χρώμα του μίσχου ποικίλει από ερυθρό έως ανοικτό πράσινο. Κατά το δεύτερο έτος, τα φύλλα μειώνονται σε μέγεθος καθώς προχωρούμε προς την ταξιανθία. Το πρώτο ζεύγος εμφανίζεται ταυτόχρονα και τα επόμενα ακολουθούν φυλλοταξία 5:13.

1.4.4. Ταξιανθία

Η ταξιανθία των ζαχαρότευτλων είναι φόβη. Από τον κύριο ανθοφόρο βλαστό και τη μασχάλη των βρακτίων φύλλων, εκφύονται δευτερεύοντες ανθοφόροι κλάδοι. Τα άνθη ευρίσκονται στις μασχάλες των βρακτίων φύλλων στα ακραία τμήματα τόσο των κύριων όσο και των δευτερευόντων βλαστών.

1.4.5. Άνθη

Τα άνθη είναι συνήθως ερμαφρόδιτα και αποτελούνται από πέντε στενά σέπαλα, πέντε στήμονες με βραχύ νήμα, έναν ύπερο με μονόχωρη ωοθήκη και τρεις βραχείς στύλους. Στερούνται ποδίσκου και στεφάνης, είναι μεμονωμένα ή συνηθέστερα σε ομάδες 2-4.

Τα βράκτια φύλλα φύονται ανά τρία. Από τη μασχάλη των πλάγιων βρακτίων φύλλων φύονται απ' ευθείας άνθη, ενώ από τη μασχάλη του κεντρικού βρακτίου φύλλου αναπτύσσεται ένας μικρός άξονας, στον οποίο εντοπίζονται τα άνθη.

1.4.6. Άνθιση

Η άνθιση αρχίζει από το κύριο στέλεχος και προχωρεί προς τις διακλαδώσεις και συγκεκριμένα από την βάση προς την κορυφή. Αρχίζει τις πρωινές ώρες και αναστέλλεται σε περίπτωση βροχής ή όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από 12°C. Τα άνθη είναι κατά κανόνα πρώτανδρα και συνήθως μεσολαβεί διάστημα 2 ημερών μεταξύ της ρήξης των ανθέρων και της ωρίμανσης του στίγματος. Η επικονίαση γίνεται κυρίως με τον άνεμο, χωρίς να αποκλείεται η επικονίαση με τα έντομα για τα άνθη που φέρουν νέκταρ.

1.4.7. Καρπός

Ο καρπός βρίσκεται στη βάση του περιανθίου. Φέρει ένα σπέρμα μικρού μεγέθους, σκοτεινού χρώματος και σχήματος νεφροειδούς. Στην περίπτωση που τα άνθη φύονται κατά ομάδες, σχηματίζεται συγκάρπιο αποτελούμενο από 2-4 ή 5 μονόσπερμους καρπούς.

Μερικοί σποροπαραγωγοί τέμνουν ή κατεργάζονται τις συγκαρπίες ώστε να παράγουν μεμονωμένους καρπούς. Με αυτόν τον τρόπο η βλάστηση είναι ευκολότερη και τα φυτά δεν παράγονται ανά δύο ή τρία συγχρόνως, οπότε κατά το αραίωμα δεν μετακινούνται με την αφαίρεση των γειτονικών.

1.5. Αύξηση-Ανάπτυξη

Με ικανοποιητική θερμοκρασία και υγρασία ο σπόρος διογκώνεται και βλαστάνει γρήγορα, έτσι που σε 4-5 ημέρες από τη σπορά οι δυο κοτυληδόνες εξέρχονται στην επιφάνεια του εδάφους και εκτείνονται οριζοντίως, όπως και τα νεαρά φύλλα που ακολουθούν. Με τον τρόπο αυτό δεσμεύουν περισσότερη ηλιακή ενέργεια. Σταδιακώς σχηματίζεται η ροζέτα. Στο στάδιο που το πρώτο φύλλο έχει πλήρως εκπτυχθεί, η ρίζα έχει βάθος πάνω από 30cm.

Όταν ολοκληρωθεί η ανάπτυξη των κορυφών, αρχίζουν συνήθως, να περισσεύουν προϊόντα φωτοσύνθεσης, τα οποία ως σακχαρόζη αποθηκεύονται

στη ρίζα που διαρκώς διογκώνεται. Παράλληλα τα παλαιά φύλλα κιτρινίζουν, ενώ σχηματίζονται νέα φύλλα και έτσι η φυλλική επιφάνεια παραμένει σχετικώς σταθερή για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ο μεγαλύτερος Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (Δ.Φ.Ε.) επιτυγχάνεται όταν το μεγαλύτερο φύλλο του φυτού (συνήθως το δωδέκατο) έχει πλήρως εκπτυχθεί, ενώ στη συνέχεια μειώνεται.

Το φθινόπωρο περιορίζεται η ανάπτυξη ριζών και κορυφών και έτσι δεν καταναλίσκεται σακχαρόζη, αλλά δε σχηματίζεται και νέα λόγω οικολογικών περιορισμών και γήρανσης του φυτού. Έτσι, όταν η συγκέντρωση της σακχαρόζης στις ρίζες φθάνει ένα σταθερό επίπεδο, ακολουθεί η συγκομιδή.

1.6. Οικολογικές απαιτήσεις

Το ζαχαρότευτλο έχει σχετικώς στενή γενετική παραλλακτικότητα και κατά συνέπεια και οικολογική προσαρμοστικότητα. Τα προβλήματα της προσαρμογής μετριάζονται από το γεγονός ότι, για βιομηχανικούς σκοπούς, το ζαχαρότευτλο καλλιεργείται ως μονοετές φυτό και δε χρειάζεται να αντιμετωπιστούν τα δυσμενή προβλήματα της αναπαραγωγής.

1.7. Κλίμα

1.7.1. Θερμοκρασία

Η βέλτιστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη των ζαχαρότευτλων είναι 19-22°C. Στις θερμές περιοχές, η επιτυχία της καλλιέργειας είναι αμφίβολη, καθώς οι ρίζες γίνονται μικρές, ενώ η βλαστική περίοδος είναι περιορισμένη. Με θερμοκρασίες πάνω από 30°C η αποθήκευση του σακχάρου επιβραδύνεται. Στις ψυχρές περιοχές η βλαστική περίοδος είναι μικρή και δεν επιτρέπει την πλήρη ανάπτυξη του φυτού. Κατά το τέλος της περιόδου γίνεται η αποθήκευση του σακχάρου στις ρίζες, η οποία ευνοείται:

- από δροσερές ημέρες με μεγάλη ηλιοφάνεια που ακολουθούνται από σχετικώς ψυχρές νύχτες, όπως συμβαίνει σε περιοχές της Κεντρικής Ευρώπης και σε ορισμένες περιοχές των ΗΠΑ και Καναδά.
- από υψηλή θερμοκρασία ημέρας, αλλά και από ευνοϊκή θερμοκρασία νύχτας, όπως στην περιοχή της Καλιφόρνια, Ελλάδας, Νότιας Ευρώπης κλπ..

Από τις ακραίες θερμοκρασίες μεγαλύτερη σημασία έχουν οι χαμηλές θερμοκρασίες. Η βλάστηση του σπόρου αρχίζει στους 3-4°C και απαιτούνται 3-4 ημέρες με θερμοκρασία μεταξύ 15-25°C. Τα τεύτλα αντέχουν στις χαμηλές θερμοκρασίες, που, όμως, δεν πρέπει να είναι κατώτερες των -4°C κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξής τους. Σε θερμοκρασία -3°C ζημιώνονται τα φύλλα. Επίσης, εάν κατά το τέλος της βλαστικής περιόδου ακολουθήσει θερμός καιρός, τότε μπορεί να αναπτυχθούν νέα φύλλα σε βάρος της περιεκτικότητας σε σάκχαρο.

Το τεύτλο λίγο μετά την βλάστηση, ανθίσταται μόνο σε ελαφρούς παγετούς. Η αντίσταση αυτή αυξάνει όσο το φυτό αναπτύσσεται και πλησιάζει στην ωρίμανση, οπότε μπορεί να αντισταθεί και σε σχετικώς ισχυρούς παγετούς.

Η χαμηλή θερμοκρασία επηρεάζει και τον χρόνο έκπτυξης των ανθικών στελεχών. Για αυτό πρέπει να ρυθμίζεται η εποχή σποράς έτσι που να αποφεύγεται ανεπιθύμητη άνθιση κατά το πρώτο έτος.

Το ηλιακό φως επιδρά κατασταλτικά στις ασθένειες, ενώ η νεφροσκεπής και υγρή ατμόσφαιρα τις ευνοεί. Υποστηρίζεται ότι ο εμπλουτισμός των ζαχαρότευτλων σε ζάχαρη εξαρτάται από την ηλιοφάνεια, και ότι είναι ανεξάρτητος της θερμοκρασίας. Τέλος, οι βροχές ευνοούν την στρεμματική απόδοση, αλλά ελαττώνουν την περιεκτικότητα σε ζάχαρη.

1.7.2. Υγρασία

Τα ζαχαρότευτλα είναι φυτά απαιτητικά σε νερό. Αυτό οφείλεται στον σχηματισμό μεγάλης φυτικής μάζας, παρά το μικρό συντελεστή διαπνοής των ζαχαρότευτλων ο οποίος κυμαίνεται μεταξύ 240-400. Έτσι σύμφωνα με τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας, απαιτείται άρδευση των ζαχαρότευτλων για την εξασφάλιση ικανοποιητικής παραγωγής. Η πλούσια άρδευση, πέραν του κανονικού, είναι εξίσου επιβλαβής όσο και η ελλιπής. Οι σφοδρές βροχοπτώσεις είναι επιβλαβείς για τα τεύτλα επειδή συμπίεζουν την επιφάνεια του εδάφους και παρασύρουν το χώμα της επιφάνειας.

1.7.3. Έδαφος

Τα ζαχαρότευτλα δύνανται να καλλιεργηθούν με επιτυχία σε ποικίλα εδάφη. Εντούτοις, αναπτύσσονται καλύτερα σε βαθιά με καλή αποστράγγιση και

μέσης σύστασης. Τα ελαφριά εδάφη (πηλώδη έως αμμοπηλώδη) θεωρούνται τα καλύτερα. Το pH πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 7-8. Ανέχονται εδάφη με σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε αλκάλια (1-1,5%), αλλά όχι μεγαλύτερη του 2,5%.

Καθώς το ζαχαρότευτλο είναι βαθύρριζο φυτό, πρέπει να αναπτύσσεται σε βαθιά και χαλαρά εδάφη, για την παραγωγή ριζών καλού σχήματος. Το έδαφος είναι απαραίτητο να συγκρατεί επαρκή εδαφική υγρασία και ταυτόχρονα να στραγγίζει ικανοποιητικά, έτσι ώστε η ανάπτυξη του φυτού την άνοιξη να προχωρεί κανονικά και να μη δυσχεραίνεται η συγκομιδή του κατά το φθινόπωρο. Κατά τη διάρκεια της περιόδου συγκομιδής που αρχίζει τον Αύγουστο και τελειώνει το Δεκέμβριο, τα μηχανήματα εξαγωγής και οι ελκυστήρες με τις πλατφόρμες πρέπει να κινούνται ελεύθερα στον αγρό. Όσα, συνεπώς, εδάφη δυσκολεύουν τις ανωτέρω εργασίες θα πρέπει να αποφεύγονται για την τευτοκαλλιέργεια. Αν εξαιρέσει κανείς τα αργιλώδη και τα πολύ λεπτά ασβεστώδη εδάφη, όλα σχεδόν τα αροτριά εδάφη της χώρας μας προσφέρονται για την ανάπτυξη των τεύτλων.

Η ύπαρξη στο υπέδαφος σκληρών τηγανιών (hard pans) μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο για την ανάπτυξη των ριζών. Αν υπάρχουν τέτοια, πρέπει να καταστρέφονται με υπεδάφιο άροτρο, ειδάλλως παρατηρείται μείωση της παραγωγής, μιας και αυξάνει ο αριθμός των οδοντωτών ριζών.

Αν λάβουμε υπόψη την υδατοϊκανότητα, ως κριτήριο για την αξιολόγηση των εδαφών για την τευτοκαλλιέργεια, τα βαριά εδάφη συγκρατούν περισσότερη υγρασία συγκριτικά με τα ελαφριά, αλλά ένα μικρό μόνο μέρος αξιοποιείται από τις ρίζες. Με βάση το κριτήριο αυτό, καλύτερα θεωρούνται τα εδάφη με λεπτή αμμώδη υφή που συνδυάζουν την υψηλή υδατοϊκανότητα με τη συνεχή απελευθέρωση της υγρασίας από τις αναπτυσσόμενες ρίζες. Δεν υπάρχει καμιά αμφιβολία ότι τα καλύτερα εδάφη είναι τα φυσικώς γόνιμα. Η καλλιέργεια μπορεί να γίνει και σε πτωχά εδάφη, εάν αυτά χειριστούν κατάλληλα.

1.8. Ελληνικές εδαφοκλιματικές συνθήκες

Το ζαχαρότευτλο καλλιεργείται κυρίως στη Βόρεια Ελλάδα και σε ημιξηρικές περιοχές: α) παραλιακές με μεσογειακό κλίμα και β) εσωτερικές

πεδιάδες με ηπειρωτικό κλίμα. Οι ετήσιες βροχοπτώσεις κυμαίνονται από 470-550mm με κύριο χαρακτηριστικό την ανισοκατανομή και τη διαμόρφωση ξηροθερμικής περιόδου Μαΐου-Σεπτεμβρίου. Κατά την περίοδο σποράς (Φεβρουάριος-Απρίλιος) οι μέρες παγετού είναι 6-8, με θερμοκρασίες όχι κατώτερες των -4°C . Κατά τους θερινούς μήνες η μέση μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 30°C (Θράκη) έως 32°C (Θεσσαλία), με πολύ υψηλότερη, όμως, την απόλυτη μέγιστη τιμή. Ο συνδυασμός υψηλών θερμοκρασιών και χαμηλής ατμοσφαιρικής υγρασίας, προκαλεί συχνά κατά τη θερινή περίοδο, αναστολή της ομαλής ανάπτυξης του φυτού και ανεπιθύμητη επιβράχυνση της ζωής του φυλλώματος με συνέπεια τη μετέπειτα αναβλάστηση. Η αναφύλλωση, σε συνδυασμό με το μικρό ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος, δεν ευνοούν την προοδευτική αύξηση του σακχαρικού τίτλου, οπότε αυτή αναστέλλεται κατά το τέλος Αυγούστου, ενώ συνεχίζεται η αύξηση του βάρους των ριζών έως και τον Οκτώβριο. Η ηλιοφάνεια και η υγρασία του εδάφους, είναι κατά κανόνα ευνοϊκές σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Η μηχανική σύσταση των εδαφών παραλλάσσει ευρέως από βαριά αργιλώδη έως μέσα ιλυοπηλώδη-πηλώδη και ελαφρά. Το pH του εδάφους είναι κατά κανόνα 7,5-8,4. Σε αρκετά εδάφη υπάρχει υψηλή αλάτωση, η οποία σε συνδυασμό με την υψηλή εδαφική στάθμη νερού, συμβάλλει στην κακή αποστράγγιση και ποιότητα νερού. Η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία είναι χαμηλή (1-2%) στα περισσότερα εδάφη (ποσοστό 65%). Εντούτοις, λόγω των ισχυρών λιπάνσεων, το υπολειμματικό νιτρικό άζωτο είναι αρκετά υψηλό και ίσως σε ορισμένες περιπτώσεις υπερβολικά υψηλό, ώστε να θεωρείται ένα από τα πιθανά αίτια της μείωσης των αποδόσεων και κυρίως του σακχαρικού τίτλου που παρατηρείται συχνά τα τελευταία χρόνια. Ο φώσφορος λόγω των λιπάνσεων θεωρείται ικανοποιητικός. Το κάλιο, επίσης, λόγω προέλευσης μητρικού υλικού εδάφους, υπάρχει συνήθως σε επαρκείς ποσότητες. Σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρείται ανεπάρκεια βορίου και μαγγανίου.

Με τις συνθήκες διεξαγωγής της τευτλοκαλλιέργειας στη χώρα μας, όταν η συγκομιδή γίνεται στην αρχή της καμπάνιας του εργοστασίου (συνήθως μέσα Αυγούστου), παρατηρείται χαμηλό στρεμματοζάχαρο και όταν γίνεται προς το

τέλος της καμπάνιας (τέλος Νοεμβρίου), παρατηρείται χαμηλός σακχαρικός τίτλος.

Η νότια Ελλάδα θεωρείται ακατάλληλη για την καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων, κυρίως λόγω των υψηλών θερμοκρασιών. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η δυτική Ελλάδα, όπου η θερμοκρασία του χειμώνα δεν πέφτει κάτω από -5°C κατά κανόνα, για αυτό εκεί θα μπορούσε ίσως να ευδοκιμήσει φθινοπωρινή καλλιέργεια με ανθεκτικές ποικιλίες τόσο στις χαμηλές θερμοκρασίες όσο και την προάνθηση. Η φθινοπωρινή καλλιέργεια θα μπορούσε να εκμεταλλεύεται τις βροχές του χειμώνα και να διευρύνει την περίοδο λειτουργίας του ζαχαρουργείου σε συνδυασμό με εαρινή καλλιέργεια. Στη βόρεια Ελλάδα, οι προσπάθειες που έγιναν για εισαγωγή φθινοπωρινής καλλιέργειας απέτυχαν, κυρίως λόγω του υπερβολικού για το φυτό ψύχους. Η δημιουργία κατάλληλων ανθεκτικών ποικιλιών θα συμβάλει στην αύξηση της ανταγωνιστικότητας της καλλιέργειας.

1.9. Καλλιεργητικές μεταχειρίσεις

1.9.1. Αμειψισπορά

Ο όρος σημαίνει την ετήσια εναλλαγή καλλιεργειών σε έναν αγρό. Η συνεχής σπορά ενός αγρού με την ίδια καλλιέργεια, οδηγεί στην παραγωγική του υποβάθμιση, πληθαίνουν τα ζιζάνια και ιδιαίτερα τα πολυετή και, τέλος, αυξάνονται οι ασθένειες και οι προσβολές από τους εχθρούς, με συνέπεια, πολλές φορές, η καλλιέργεια να καθίσταται αντισοικονομική και ασύμφορη. Οι ωφέλειες της αμειψισποράς συνίστανται στα: ο αγρός παραμένει εύφορος και αποδοτικός, οι ασθένειες καταπολεμούνται ευκολότερα και με μικρότερο κόστος, προλαμβάνεται και αποτρέπεται η εμφάνιση σοβαρών ασθενειών, όπως η ριζομανία. Η αμειψισπορά διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στην καταπολέμηση σοβαρών προσβολών. Η ριζομανία αντιμετωπίζεται με αυστηρή εξαετή αμειψισπορά σε συνδυασμό με ανθεκτικές ποικιλίες. Η ριζοκτόνια χρειάζεται τριετή, ενώ η κερκόσπορα τριετή έως τετραετή. Για τους κομβονηματοώδεις, απαιτείται τετραετής, τουλάχιστον, αμειψισπορά. Στα φυτά που χρησιμοποιούνται, αποκλείονται τομάτα, καπνός, φασόλια, πατάτα και εν μέρει

βαμβάκι, ενώ συνίσταται το καλαμπόκι. Οι κυστονηματώδεις απαιτούν εξαετή αμειψισπορά αλλά έχουν μειωμένη σημασία για την Ελλάδα, καθώς έχουν παρατηρηθεί μόνο σε μια περιοχή του εργοστασίου στο Πλατύ. Τέλος, ο κλεονός απαιτεί τουλάχιστον διετή. Γενικά, μπορεί να θεωρηθεί ότι η τετραετής αμειψισπορά επιτυγχάνει ικανοποιητική προστασία της καλλιέργειας, για αυτό και οι Γεωπονικές Υπηρεσίες της Βιομηχανίας Ζάχαρης, την καθιέρωσαν υποχρεωτικά με το συμφωνητικό τευτλοκαλλιέργειας, προβλέποντας αυστηρές ποινές για τους παραβάτες. Η γενίκευση και η καθιέρωση των τετραετών ζωνών τευτλοκαλλιέργειας και η καλλιέργεια σε μια ζώνη κάθε έτος, όπως έχει γίνει σε όλη την περιοχή του εργοστασίου Ζάχαρης Σερρών, είναι απαραίτητη.

1.9.2. Επιλογή αγρού

Ο αγρός που θα επιλεγεί για την καλλιέργεια τεύτλων πρέπει:

1. να μην έχει σπαρεί με τεύτλα τα προηγούμενα τρία έτη
2. η προηγούμενη καλλιέργεια να ελευθερώνει τον αγρό όσο το δυνατόν νωρίτερα το καλοκαίρι για να μπορεί να γίνει σωστά όλη η προετοιμασία για την πρώιμη σπορά. Προτιμώνται τα σιταροχώραφα, μετά το καλαμπόκι και τέλος το βαμβάκι.
3. να διερευνηθεί η ζιζανιοκτονία που εφαρμόστηκε κυρίως το τελευταίο έτος. Ορισμένα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιούνται ευρέως στις καλλιέργειες αμειψισποράς, μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές ζημιές και απώλειες στην παραγωγή των τεύτλων.
4. να είναι γόνιμος, να διαθέτει ικανοποιητικό οδικό και στραγγιστικό δίκτυο, για να μπορεί να κατεργαστεί νωρίς την άνοιξη (Φεβρουάριος), να είναι καθαρός από πέτρες και πολυετή ζιζάνια και το κυριότερο να διαθέτει νερό άρδευσης, τουλάχιστον μέχρι τέλος Αυγούστου. Όλα τα παραπάνω μπορούν να οδηγήσουν σε ένα μόνιμο και σταθερό εισόδημα κάθε έτος.

1.9.3. Λίπανση

Ορθή θρέψη σημαίνει επαρκείς ποσότητες και σωστή αναλογία των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων, αζώτου (N), φωσφόρου (P) και καλίου (K). Ωστόσο και άλλα θρεπτικά στοιχεία, όπως θείο (S), ασβέστιο (Ca), μαγνήσιο (Mg), βόριο (B), ψευδάργυρος (Zn), μαγγάνιο (Mn) κ.ά. θεωρούνται απαραίτητα

σε πιο μικρές ποσότητες. Το ζαχαρότευτλο ικανοποιεί μόνο μέρος από τις θρεπτικές ανάγκες του από το έδαφος, ενώ το υπόλοιπο είναι απαραίτητο να το προσλάβει με οργανική ή ανόργανη λίπανση.

Αζωτο: αποτελεί το σπουδαιότερο θρεπτικό συστατικό που επηρεάζει την απόδοση και την ποιότητα των ζαχαρότευτλων και προσλαμβάνεται κυρίως ως αμμωνιακό αλλά και με τη νιτρική του μορφή. Η έλλειψή του προκαλεί χαρακτηριστική χλώρωση των φύλλων και αναστέλλει την αύξηση των ριζών. Τα αζωτούχα λιπάσματα αυξάνουν συνήθως το βάρος ριζών και κεφαλών αλλά συνήθως δεν αυξάνουν την περιεκτικότητα σε σάκχαρο. Υπολογίζεται ότι μια καλλιέργεια ζαχαρότευτλων απαιτεί 20-25 μονάδες αζώτου ανά στρέμμα.

Φώσφορος: γενικά, σε πτωχά εδάφη, η φωσφορική λίπανση αυξάνει θεαματικά τις αποδόσεις και την περιεκτικότητα της ρίζας σε ζάχαρη, εφόσον η αζωτούχος λίπανση είναι μέτρια. Σε έλλειψη φωσφόρου, επιβραδύνεται η αύξηση των νεαρών φυτών, η φυλλική επιφάνεια παραμένει μικρή και η απόδοση μειώνεται. Οι ανάγκες σε φώσφορο κυμαίνονται από 0-16 μονάδες P_2O_5 ανά στρέμμα.

Κάλιο: η απόδοση σε ρίζες και ζάχαρη βασίζεται κυρίως στη συνδυασμένη αζωτούχο και καλιούχο λίπανση. Η έλλειψή του καθυστερεί την ανάπτυξη των φυτών ενώ τα φύλλα παρουσιάζουν περιφερειακή χλώρωση και αργότερα νέκρωση που μπορεί να επεκταθεί στα μεσονεύρια διαστήματα. Απαιτήσεις προσθήκης καλιούχου λιπάσματος ανακύπτουν μόνο όταν το έδαφος παρουσιάζει συγκέντρωση ανταλλάξιμου K μικρότερη των 100ppm και συγχρόνως μικρή περιεκτικότητα ανταλλάξιμου Na. Γενικώς, τα 2/3 του συνόλου των αγρών δε λιπαίνονται με κάλιο, ενώ για το 1/3 συνίστανται καλιούχος λίπανση, στον κύκλο αμειψισποράς του ζαχαρότευτλου με 30kg/στρ..

Η έλλειψη των θρεπτικών στοιχείων ή τροφοπενία εκδηλώνεται με χαρακτηριστικά γνωρίσματα στην εμφάνιση των φύλλων και, συνήθως, στην καθυστερημένη ανάπτυξη των φυτών. Κάθε τροφοπενία έχει την ιδιαιτερότητά της. Πιθανότητα να οφείλεται σε χαρακτηριστικές ιδιότητες του αγρού (pH, $CaCO_3$ κ.ά.), να σχετίζεται με την ανάπτυξη των φυτών (μικρό ριζικό σύστημα κ.ά.) ή με τον καιρό (πολλές βροχοπτώσεις κ.ά.).

1.9.4. Καταπολέμηση ζιζανίων

Τα ζιζάνια μειώνουν σημαντικά τις αποδόσεις καθώς ανταγωνίζονται τα τεύτλα για χώρο, νερό, φως, θρεπτικά στοιχεία. Όταν αναπτυχθούν αρκετά, δυσχεραίνουν την εκτέλεση των ψεκασμών καθώς και τη συγκομιδή τους. Επίσης, φιλοξενούν έντομα και ασθένειες. Μέτρα που λαμβάνονται για την αντιμετώπισή τους είναι:

- I. προληπτικά (εναλλαγή καλλιεργειών, αμειψισπορά, θερινά οργώματα)
- II. καταστροφή με μηχανικά μέσα (σκαλίσματα)
- III. βοτάνισμα (με το χέρι)
- IV. καταπολέμηση με χημικά μέσα (ζιζανιοκτονία).

Η τελευταία μέθοδος έχει διαδοθεί, διότι είναι αποτελεσματική, εύκολη και σχετικά οικονομική, αλλά μόνο εάν χρησιμοποιηθεί σωστά. Η αναγνώριση των ζιζανίων αποτελεί βασική προϋπόθεση για την επιλογή της αποτελεσματικότερης μεθόδου καταπολέμησής τους. Αυτά διακρίνονται σε πολυετή και μονοετή, ανάλογα με τα έτη που κατέχουν τον αγρό. Επειδή δεν εμφανίζονται την ίδια χρονική περίοδο, άλλα είναι όψιμα και άλλα είναι πρώιμα. Επίσης, διακρίνονται σε πλατύφυλλα ή αγρωστώδη. Τα πιο συνηθισμένα ζιζάνια της τευτλοκαλλιέργειας στην Ελλάδα είναι τα: *Solanum nigrum*, *Chenopodium spp.*, *Amaranthus spp.*, *Sinapis arvensis*, *Echinochloa crusgalli*, *Avena sterilis*, *Cuscuta spp.*. Στην Ελλάδα η χρήση ζιζανιοκτόνων στα ζαχαρότεύτλα άρχισε από το 1970, επεκτάθηκε σταδιακά και έφθασε να καλύπτει πρακτικώς το σύνολο των εκτάσεων. Αρχικώς, χρησιμοποιούνταν μόνο ζιζανιοκτόνα εδάφους, ενσωματούμενα και προφυτρωτικά, η αποτελεσματικότητα των οποίων εξαρτάται από την υγρασιακή κατάσταση του εδάφους. Σήμερα χρησιμοποιούνται εξίσου και συνεχώς επεκτείνονται τα μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα εδάφους και κυρίως τα διαφυλλικά.

Η αντιμετώπιση των ζιζανίων υποβοηθείται στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης των φυτών και οπωσδήποτε πριν από την πλήρη φυτοκάλυψη του εδάφους, με τα μηχανοσκαλίσματα στο ενδιάμεσο των γραμμών, ιδιαίτερα όταν γίνεται εφαρμογή ζιζανιοκτόνων σε στενές λωρίδες εκατέρωθεν της γραμμής σποράς.

1.9.5. Σπορά

Στην Ελλάδα, τα ζαχαρότευτλα σπέρνονται με απευθείας σπορά νωρίς την άνοιξη, ώστε να μεγιστοποιείται και η συνολική δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Στην πράξη, η εποχή σποράς τοποθετείται περί τα μέσα Μαρτίου. Αναφορικά με το σπόρο, στην Ελλάδα χρησιμοποιείται ο γενετικώς μονόσπερμος γυμνός σπόρος, ενώ ο πολύσπερμος σπέρνεται σε ειδικές μόνο περιπτώσεις (αντίξοες συνθήκες φυτρώματος). Σπέρνονται, συνήθως, 10 χιλ. σπόροι/στρ. για να επιτευχθεί πληθυσμός περίπου 7,5 χιλ. φυτά/στρ.. Οι αποστάσεις σποράς κυμαίνονται στα 25-30cm επί της γραμμής και τα 40-60cm μεταξύ των γραμμών, ενώ το βάθος σποράς είναι από 1-4cm αναλόγως της υγρασιακής κατάστασης του εδάφους. Η σπορά γίνεται σήμερα, κατά κανόνα με πνευματικές μηχανές των έξι σειρών στην Ελλάδα ή και μέχρι 18 σε άλλες χώρες. Πολλές μηχανές είναι κατάλληλα εφοδιασμένες ώστε να τοποθετούν, συγχρόνως, λίπασμα, εντομοκτόνο και ζιζανιοκτόνο.

1.9.6. Αραιώμα

Το αραιώμα αποσκοπεί στην ομοιόμορφη κάλυψη του αγρού από τα φυτά και την επίτευξη του άριστου πληθυσμού αυτών. Αυτό γίνεται όταν τα τεύτλα έχουν 2-4 πραγματικά φύλλα, με ειδικό ελαφρύ σκαλιστήρι πλάτους 17cm. Πάντα πρέπει να υπάρχουν 8-10 φυτά στα 2m γραμμής. Σε μερικές χώρες χρησιμοποιήθηκαν ηλεκτρονικά μηχανήματα αραιώματος με μέτρια όμως αποτελέσματα. Το αραιώμα αποσκοπεί στην ομοιόμορφη κάλυψη του αγρού από τα φυτά και την επίτευξη του άριστου πληθυσμού αυτών.

1.9.7. Σκάλισμα

Με το σκάλισμα καταστρέφεται η κρούστα, αναμοχλεύεται το επιφανειακό έδαφος, αναζωογονείται το περιβάλλον της ρίζας (αερισμός, θέρμανση) και επιταχύνεται η ανάπτυξη των φυτών. Παράλληλα γίνεται και η καταστροφή των ζιζανίων. Επιτελείται με μηχανικά σκαλιστήρια έξι σκαλιστικών σωμάτων που είναι είτε υνοσκαλιστήρια, είτε φρεζοσκαλιστήρια. Συνήθως γίνονται δυο σκαλίσματα: το πρώτο όταν τα τεύτλα έχουν 2-4 φύλλα και το δεύτερο λίγο πριν το κλείσιμο των γραμμών. Ταυτόχρονα με το σκάλισμα μπορούμε να εφαρμόσουμε γραμμικά ζιζανιοκτόνα ή λιπάσματα.

1.9.8. Άρδευση

Τα ζαχαρότευτλα, παρά το χαμηλό συντελεστή διαπνοής (240-400), απαιτούν πολύ νερό καθώς σχηματίζουν πλούσια φυτική μάζα. Στην Ελλάδα, με βάση τα πειράματα της Ε.Β.Ζ., για τη μεγιστοποίηση των αποδόσεων, οι απαιτήσεις σε νερό ανέρχονται σε 800-1000mm, ποσότητα που πολλές φορές δεν παρέχεται λόγω ανεπάρκειας νερού. Η ποσότητα αυτή δεν επηρεάζει σημαντικά τον σακχαρικό τίτλο, ενώ συντελεί στη μείωση του επιβλαβούς αζώτου και τη μείωση της διαλυτής τέφρας.

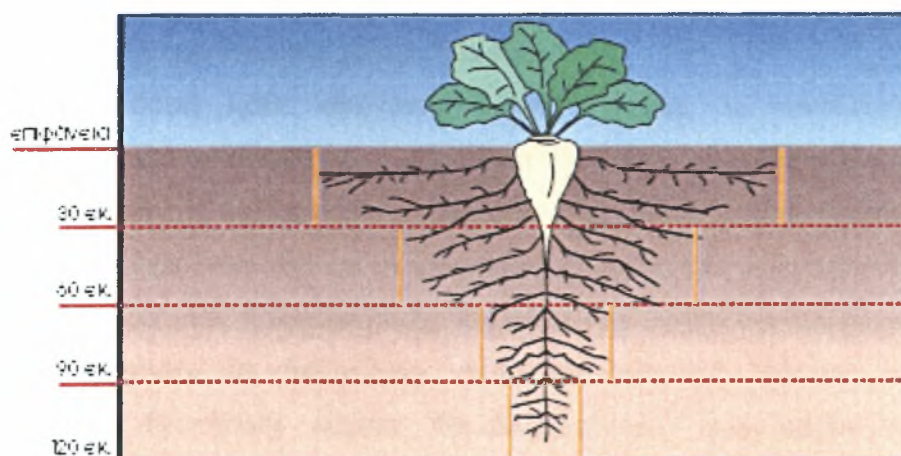
Για έναν σωστό χειρισμό της άρδευσης, επιβάλλεται η γνώση μερικών βασικών εννοιών που σχετίζονται με τους λόγους για τους οποίους γίνεται η άρδευση. Αυτοί είναι:

Α) Η ικανότητα των φυτών να συγκρατούν νερό και να το διαθέτουν στα φυτά.

Β) Η θρέψη των φυτών που γίνεται με τη βοήθεια του νερού.

Γ) Η γνώση των αναγκών άρδευσης ενός αγρού με ζαχαρότευτλα.

Σχηματικά το βάθος ριζοστρώματος παριστάνεται ως εξής (Εικ.1.7.):



Εικόνα 1.7. Βάθος ριζοστρώματος που καθορίζει τις αρδεύσεις
(Ε.Β.Ζ., Έκδοση 2^η, Ιούνιος 2002)

Καθημερινά από έναν αγρό ζαχαρότευτλων, χάνεται νερό στην ατμόσφαιρα είτε λόγω εξάτμισης, είτε από τη φυσιολογική λειτουργία των φυτών που απορροφούν νερό από το έδαφος και χάνουν από τα φύλλα μέσω της διαπνοής. Έτσι σε διάστημα μερικών ημερών, η αθροιστική απώλεια γίνεται

μεγάλη και τα αποθέματα νερού στο έδαφος, στο βάθος που μπορούν να απορροφήσουν οι ρίζες, μειώνονται. Το ριζικό σύστημα των ζαχαρότευτλων, εκτός από την κονδυλώδη ρίζα, περιλαμβάνει και μεγάλο αριθμό ριζικών τριχιδίων τα οποία διεκπεραιώνουν τη δραστηριότητα των φυτών μέσα στο έδαφος. Μετρήσεις του μεγέθους του ριζικού συστήματος των ζαχαρότευτλων, που έγιναν σε αγρό με ελαφρύ-μέσο (αμμοπηλώδες) έδαφος, στα μέσα Ιουλίου, έδειξαν ότι το 50% των ριζικών τριχιδίων είχαν αναπτυχθεί σε βάθος 40cm, ενώ τα 2/3 του συνόλου ήταν ανεπτυγμένα μέχρι βάθους 60cm. Τα υπόλοιπα ριζικά τριχίδια που μειώνονταν προς τα βαθύτερα στρώματα, έφθαναν μέχρι βάθους 1,8m. Η έκταση των ριζιδίων ήταν ανάλογη με το μέγεθος του φυλλώματος. Γενικεύοντας, μπορεί να ειπωθεί ότι τα ζαχαρότευτλα απορροφούν νερό κυρίως από το ανώτερο στρώμα του εδάφους (πρακτικά από βάθος 60-70cm). Με την επαρκή παρουσία του νερού, στο βάθος όπου υπάρχουν ριζικά τριχίδια, επιδιώκονται κυρίως δυο σκοποί:

- α) τα φυτά να είναι εφοδιασμένα με αρκετό νερό ώστε να αναπτύσσονται δυναμικά κατά τη διάρκεια της ημέρας
- β) η διαλυτοποίηση των θρεπτικών συστατικών του εδάφους και η δημιουργία ευνοϊκότερων συνθηκών για πιο γόνιμο έδαφος.

Όταν η δόση κάθε άρδευσης είναι επαρκής, οι αποδόσεις των ζαχαρότευτλων είναι ανάλογες με το άθροισμα του νερού που δέχτηκαν τα φυτά σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Με βάση μελέτη πειραματικών αποτελεσμάτων, έχει εκτιμηθεί ότι οι συνολικές ανάγκες των ζαχαρότευτλων σε νερό, στο διάστημα μιας καλλιεργητικής περιόδου, με στόχο την οικονομικότερη απόδοση, ανέρχονται σε 540m³/στρ. στην περιοχή της Θράκης και έως 610m³/στρ. στο θεσσαλικό κάμπο. Οι διακυμάνσεις που οφείλονται στις μεταβολές του κλίματος είναι περιορισμένες και σε ποσοστό περίπου ±10%. Κάποιες μικρότερες διακυμάνσεις παρατηρήθηκαν, επίσης, σε συνέπεια μιας πρωιμότερης σποράς ή μιας οψιμότερης συγκομιδής. Αφαιρώντας την ποσότητα του νερού που είναι ήδη αποθηκευμένη στο έδαφος κατά την εποχή σποράς και την ωφέλιμη βροχή, οι μέσες καθαρές ανάγκες σε νερό ποτίσματος, διαμορφώνονται ως εξής:

Θεσσαλία	390m ³ /στρέμμα
Κεντρ. Μακεδονία	350m ³ /στρέμμα
Ανατ. Μακεδονία	320m ³ /στρέμμα
Θράκη	310m ³ /στρέμμα

Κατά την άρδευση πρέπει να παρέχεται περισσότερο νερό από τις καθαρές ανάγκες ανάλογα με την αποτελεσματικότητα που έχει το σύστημα άρδευσης που χρησιμοποιείται. Στην άρδευση με σταγόνες το ποσοστό είναι 10%, στον καταιονισμό 10-20% και στο πότισμα με αυλάκια 25-30%, περίπου, επιπλέον των καθαρών αναγκών.

1.9.9. Χρόνος άρδευσης

Οι πρώτες ανάγκες των ζαχαρότευτλων για άρδευση εμφανίζονται αμέσως μετά τη σπορά, στις περιπτώσεις εκείνες που δεν υπάρχει αρκετή υγρασία στο έδαφος. Στην περίπτωση αυτή, γίνεται ένα ελαφρύ πότισμα. Μετά την ολοκλήρωση του φυτρώματος, το διάστημα έως πριν το κλείσιμο των γραμμών, τα τεύτλα έχουν περιορισμένες ανάγκες σε νερό λόγω του περιορισμένου φυλλώματος και οι οποίες ικανοποιούνται από τα υπάρχοντα αποθέματα στο έδαφος. Το ριζικό σύστημα, τότε αναπτύσσεται γρήγορα σε βάθος και εκμεταλλεύεται αρκετό όγκο εδάφους. Εάν όμως κατά την άνοιξη επικρατήσουν ξηροθερμικές συνθήκες, συνίστανται ένα ελαφρύ πότισμα που θα συμβάλλει στη διάλυση των λιπασμάτων και το ταχύτερο κλείσιμο των γραμμών. Η κρίσιμη περίοδος, που τα τεύτλα έχουν μεγάλη ανάγκη τόσο σε νερό όσο και στα θρεπτικά στοιχεία που είναι διαλυμένα σε αυτό, αρχίζει λίγο πριν το κλείσιμο των γραμμών και τελειώνει περίπου σε 150 μέρες από την ημερομηνία σποράς. Στην περίοδο αυτήν περιλαμβάνονται οι μήνες Ιούνιος-Αύγουστος που θεωρούνται ως οι μήνες της κύριας αρδευτικής περιόδου των ζαχαρότευτλων. Ο καλλιεργητικός στόχος είναι η διατήρηση ενός ισορροπημένου φυλλώματος μέχρι τη συγκομιδή και ο σταθερός ρυθμός θρέψης των φυτών στο διάστημα αυτό. Από το Σεπτέμβριο και μέχρι τη λήξη της συγκομιδής, οι θερμοκρασίες αρχίζουν να μειώνονται, η φυλλική επιφάνεια περιορίζεται και οι ανάγκες σε νερό μειώνονται. Ωστόσο, κατά το διάστημα αυτό, τα φυτά δεν πρέπει να στερηθούν το νερό. Σε

παρατεταμένες ξηροθερμικές συνθήκες η αρδευτική περίοδος επιβάλλεται να παρατείνεται και πέρα από το Σεπτέμβριο. Τα τελευταία χρόνια, σε ορισμένες περιοχές καλλιέργειας τεύτλων, οι συχνές αρδεύσεις έχουν αντικατασταθεί με αρδεύσεις μεγαλύτερων δόσεων σε αραιότερα χρονικά διαστήματα. Αυτό αποτελεί λανθασμένη μεταχείριση του νερού, καθώς τα φυτά σε κάποια χρονικά μεσοδιαστήματα υφίστανται σοβαρή έλλειψή του. Τότε τα διαστήματα αυτά γίνονται κρίσιμα για την απόδοση. Σε άλλες περιοχές υποτιμώνται οι αρδεύσεις του Σεπτεμβρίου. Στους μη επαρκώς αρδευόμενους αγρούς, με ξηρά επιφανειακά στρώματα οφείλεται η όψιμη αναβλάστηση. Τότε, συνήθως μετά από μια ελαφριά βροχόπτωση, τα θρεπτικά στοιχεία γίνονται διαθέσιμα στα φυτά, το φύλλωμα πρασινίζει, με συνέπεια τη σοβαρή πτώση του σακχαρικού τίτλου. Η παύση των αρδεύσεων συνίσταται να γίνεται 2-4 εβδομάδες πριν από τη συγκομιδή, ώστε να φυτά να στρεσαριστούν, γεγονός που θα οδηγήσει σε υψηλότερο σακχαρικό τίτλο.

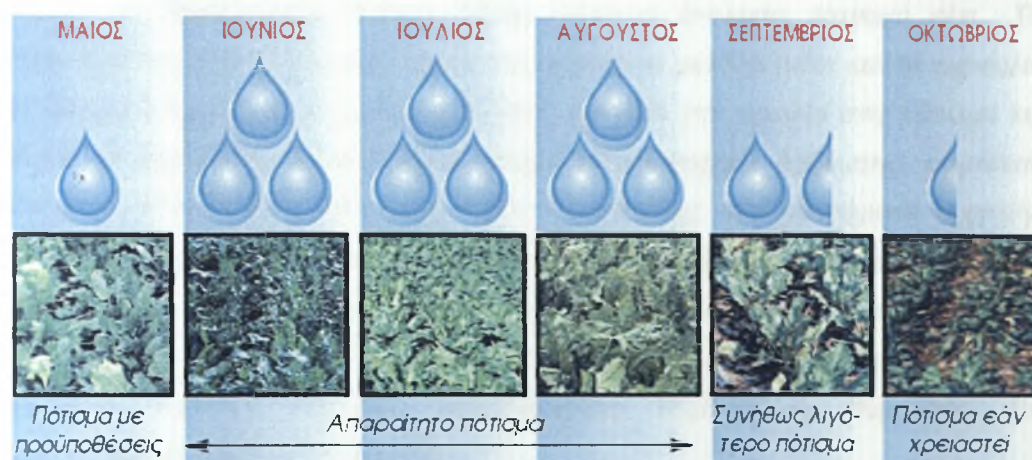
Η δόση άρδευσης εξαρτάται από τη σύσταση του εδάφους. Τα βαριά εδάφη χρειάζονται μεγαλύτερες ποσότητες. Σε κανονικά επαναλαμβανόμενα ποτίσματα οι δόσεις είναι:

Στα ελαφριά-αμμουδερά εδάφη	40-50m ³ /στρέμμα
Στα μεσαία-αμμοπηλώδη εδάφη	50-70m ³ /στρέμμα
Στα βαριά-αργιλώδη εδάφη	60-80m ³ /στρέμμα

Τους μήνες Ιούνιο-Αύγουστο οι δόσεις ποτίσματος τηρούνται ακριβώς. Άρδευση με περισσότερο νερό από τη δόση άρδευσης δεν παρέχει κανένα πλεονέκτημα στην ανάπτυξη της καλλιέργειας. Το περίσσιο νερό δε συγκρατείται, στραγγίζει προς τα βαθύτερα στρώματα, ξεπλένει το έδαφος από χρήσιμα θρεπτικά συστατικά και καταλήγει στα υπόγεια νερά. Αραιότερα ποτίσματα πρέπει να εφαρμόζονται εάν το πότισμα γίνεται με αυλάκια ή καταιονισμό και πυκνότερα εάν γίνεται με σταγόνες. Με εξαίρεση την άρδευση για φύτευμα, σε καμιά περίπτωση το νερό δεν πρέπει να είναι λιγότερο από 30m³/στρ., ανεξάρτητα από τη μέθοδο της άρδευσης. Από το Σεπτέμβριο και μέχρι τη λήξη της συγκομιδής, η θερμοκρασία μειώνεται, το φύλλωμα περιορίζεται και οι ανάγκες σε νερό μειώνονται. Ωστόσο τα φυτά, κατά το διάστημα αυτό, δεν

πρέπει να στερηθούν το νερό. Σε παρατεταμένες ξηροθερμικές συνθήκες η αρδευτική περίοδος επιβάλλεται να παρατείνεται και πέρα από το Σεπτέμβριο. Αυτό γίνεται εφόσον τα παρατεταμένα ποτίσματα δεν δυσχεραίνουν τη συγκομιδή.

Σχηματικά οι αρδευτικές ανάγκες κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου αναπαρίστανται ως εξής (Εικ. 1.8.):



Εικόνα 1.8. Αρδευτικές ανάγκες κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Ε.Β.Ζ., Έκδοση 2^η, Ιούνιος 2002)

Η ταχύτητα με την οποία το νερό του ποτίσματος απορροφάται από το επιφανειακό έδαφος, το διαπερνά και κινείται προς τα επιφανειακά στρώματα, αποτελεί ιδιαίτερο χαρακτηριστικό κάθε εδάφους. Στα βαριά ή τα συμπιεσμένα εδάφη, ο ρυθμός απορρόφησης είναι πολύ μικρός. Τα εδάφη αυτά πρέπει να αρδεύονται με αρδευτικά συστήματα μικρής παροχής και για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Η αξιοποίηση της άρδευσης επηρεάζεται και από το πορώδες του εδάφους. Επίσης, το σωστό πότισμα πρέπει να συνοδεύεται από καλή στραγγίση. Αυτή επιτυγχάνεται είτε με διάνοιξη αυλάκων, είτε με στραγγιστικά έργα ανά περιοχή. Στην Ελλάδα, με βάση τα πειράματα της Ε.Β.Ζ., για τη μεγιστοποίηση των αποδόσεων, οι απαιτήσεις σε νερό ανέρχονται σε 800-1000mm, ποσότητα που πολλές φορές δεν παρέχεται λόγω ανεπάρκειας νερού. Η ποσότητα αυτή δεν επηρεάζει σημαντικά τον σακχαρικό τίτλο, ενώ συντελεί στη μείωση του επιβλαβούς αζώτου και τη μείωση της διαλυτής τέφρας.

Οι μέθοδοι άρδευσης των ζαχαρότευτλων είναι οι εξής:

1.9.10. Καταιονισμός-Τεχνητή βροχή

Η διάταξη του μπεκ ή του πυραύλου πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αποκλείεται η ύπαρξη μη αρδευόμενων κενών στον αγρό. Στόχος είναι η ομοιόμορφη κατανομή του νερού σε όλη την επιφάνειά του. Για την επίτευξή του χρειάζεται γνώση της πίεσης του ακροφυσίου και της δύναμης του ανέμου κατά το χρόνο της άρδευσης. Η διάταξη των μπεκ και μερικές άλλες λεπτομέρειες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, όπως σταθερή άντληση, παροχή κλπ.. Τα τελευταία έτη, πολλοί γεωργοί έχουν προτιμήσει τα μεγάλα μπεκ και τα καρούλια με μπάρα ή πύραυλο με σχεδόν μοναδικό κριτήριο την ευκολία στο πότισμα και παρά τα σημαντικά μειονεκτήματά τους (ανομοιομορφία άρδευσης, συμπίεση εδάφους, σχηματισμός κρούστας κ.ά.). Προσφάτως, νέα συστήματα τεχνητής βροχής (χαμηλού καταιονισμού με μόνιμα επιφανειακά δίκτυα πλαστικών σωλήνων) εμφανίζονται στην αγορά. Ανάλογα με τον τρόπο εγκατάστασης και λειτουργίας, τα συστήματα καταιονισμού διακρίνονται σε: μεταφερόμενο κλασικό σύστημα τεχνητής βροχής, αυτοκινούμενο καρούλι ή πύραυλος και αυτοκινούμενη μπάρα ή πολυμπέκ.

1.9.11. Επιφανειακό πότισμα

Απαραίτητη προϋπόθεση για επιφανειακό πότισμα είναι η ισοπέδωση του αγρού, δίνοντας ελαφρά κλίση. Τα αυλάκια πρέπει να προτιμώνται από τις λωρίδες ποτίσματος λόγω της καλύτερης ομοιομορφίας κατανομής του νερού. Συνιστάται ένα σιφώνιο ανά αυλάκι στα βαρύτερα χωράφια και περισσότερα σιφώνια μεγαλύτερης παροχής για τα ελαφρότερα.

1.9.12. Στάγδην άρδευση

Με τη στάγδην άρδευση, οι συνθήκες υγρασίας στο έδαφος γίνονται ευνοϊκότερες για τα φυτά ενώ παράλληλα αξιοποιούνται οι μικρές παροχές νερού, οι χαμηλές πιέσεις των δικτύων και γίνεται οικονομία στην κατανάλωση. Η άρδευση δεν επηρεάζεται από τοπικό άνεμο και οι συνθήκες ανάπτυξης ασθενειών στο φύλλωμα είναι λιγότερο ευνοϊκές από τις άλλες μεθόδους ποτίσματος. Η μέθοδος αναπτύσσεται λεπτομερέστερα στο ειδικό κεφάλαιο για τη στάγδην άρδευση που ακολουθεί.

1.9.13. Συγκομιδή

Η φυσιολογική ωρίμανση των ριζών συντελείται όταν η κατανάλωση σακχάρου για την αναπνοή ισούται με τη φωτοσύνθεση. Επίσης, συμπίπτει με την εποχή που η ρίζα αποκτά τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε σάκχαρο.

Η συγκομιδή στη χώρα μας, γίνεται με αυτοκινούμενες μηχανές της μιας και των δυο σειρών.

Η περίοδος λειτουργίας των εργοστασίων (καμπάνια) αρχίζει, στην Ελλάδα, τα μέσα Αυγούστου και λήγει το Δεκέμβριο. Τα τεύτλα που προσκομίζονται, ζυγίζονται και κατόπιν αφαιρείται το βάρος φύλλων, άκοπων κορυφών και ξένων υλών.

Οι στρεμματικές αποδόσεις στην Ελλάδα είναι από τις υψηλότερες παγκοσμίως και κυμαίνονται γύρω στους 5t.

1.9.14. Αποθήκευση

Καθώς τα ζαχαρουργεία δε μπορούν να επεξεργαστούν όλη την προσφερόμενη ποσότητα, αναγκάζονται να καταφύγουν στην αποθήκευση των τεύτλων, η οποία γίνεται, κατά κανόνα, στα σιλό του εργοστασίου. Κατά την αποθήκευση, η περιεκτικότητα σε ζάχαρη μειώνεται, μετατρέπόμενη, μέσω της αναπνοής, σε CO₂ και νερό, ή σε άλλες μορφές σακχάρων. Μέτρα περιορισμού των απωλειών σε ζάχαρη των αποθηκευμένων ζαχαρότευτλων, συνδέονται με τους παρακάτω παράγοντες:

- αγρονομικοί παράγοντες (καθυστερημένη συγκομιδή όταν η περίοδος παραμένει θερμή, ορθολογική αζωτούχος λίπανση κ.ά.)
- παράγοντες συγκομιδής (πλήρης αποκοπή των κορυφών, απομάκρυνση ξένων υλών κ.ά.)
- παράγοντες αποθήκευσης στο εργοστάσιο (προσεκτική εκφόρτωση, αποθήκευση σε σωρούς με περιορισμένο ύψος κ.ά.).

1.9.15. Ασθένειες-Εχθροί

Στην Ελλάδα εμφανίζεται μεγάλη ποικιλία παρασίτων και παθογόνων στα τεύτλα και ισχυρότερη ένταση προσβολών σε σύγκριση με τις χώρες της υπόλοιπης Ευρώπης.

1.9.15.1. Ασθένειες

Οι σοβαρότερες ασθένειες των ζαχαρότευτλων είναι οι εξής:

A) Μυκητολογικές (Εικ. 1.9.):

- Κερκοσπορίωση. Αποτελεί την πιο σοβαρή μυκητολογική ασθένεια. Προκαλείται από το μύκητα *Cercospora beticola* και προσβάλλει τα φύλλα.
- Ωίδιο. Ασθένεια φυλλώματος που οφείλεται στο μύκητα *Erysiphe betae*.
- Τήξεις φυταρίων. Προκαλούνται από μύκητες των γενών *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Pythium*, *Phoma*, *Fusarium*, *Aphanomyces* κ.ά..



1. Κερκοσπορίωση



2. Ωίδιο

Εικόνα 1.9. Ασθένειες ζαχαρότευτλων

Λιγότερο σοβαρές ασθένειες είναι ο περονόσπορος (*Peronospora farinosa*), η σκωρίαση (*Uromyces betae*), η φουζαρίωση (*Fusarium spp.*) και η βερτισιλλίωση (*Verticillium spp.*).

B) Ιώσεις



3. Ριζομανία

- Ριζομανία.
- Ιολογικός ίκτερος.
- Ιός κατσαρής κορυφής, ιός μωσαϊκής, ιός καρουλιάσματος φύλλων.

Εικόνα 1.10. Ριζομανία

Γ) Βακτηριώσεις

- Μαλακή ή υγρή σήψη.

- Καρκίνος των τεύτλων. Προκαλείται από το βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens*.
- Ξανθομονάς. Οφείλεται στο *Xanthomonas beticola*.
- Βακτηριακή κηλίδωση. Μικρής σημασίας ασθένεια φυλλώματος που προκαλείται από το βακτήριο *Pseudomonas aptata*.

1.9.15.2. Ζωικά παράσιτα (Εικ. 1.11.)

A) Ζωικά παράσιτα εδάφους

- σιδηροσκώληκες, αγρότιδες, γρυλλοτάλπη κ.ά.
- νηματώδεις

B) Ζωικά παράσιτα φυλλώματος

- άλτης
- κασσίδα
- φθοριμαία
- αφίδες
- λίκος
- κάμπιες φυλλώματος
- τετράνυχος

Γ) Ζωικά παράσιτα φυταρίων

- κλεονός
- τανύμεκος



Σιδηροσκώληκας



Κλεονός

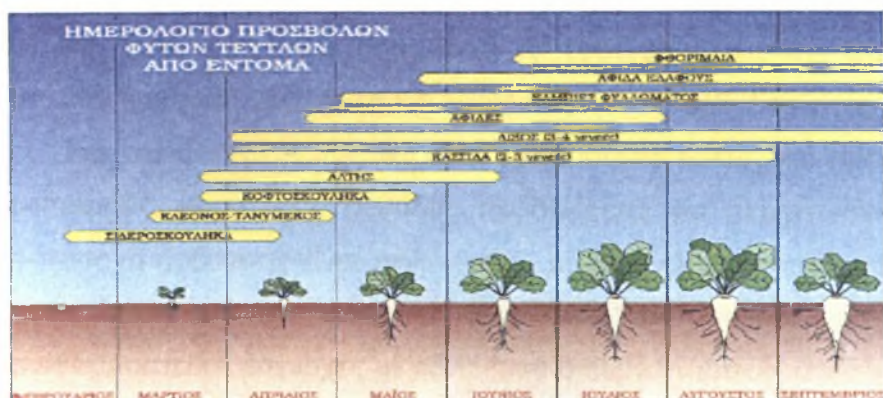


Άλτης



Εικόνα 1.11. Ζωικά παράσιτα ζαχαρότευτλων

Το ημερολόγιο προσβολών των τεύτλων από τα έντομα παρουσιάζεται σχηματικά (Εικ. 1.12.):



**Εικόνα 1.12. Ημερολόγιο προσβολών τεύτλων από έντομα
(Ε.Β.Ζ., Δεκέμβριος 2001)**

2. ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ

Το νερό αποτελεί βασικό στοιχείο για την ανάπτυξη και απόδοση των καλλιεργειών. Τα φυτά προσλαμβάνουν το νερό από το έδαφος. Το έδαφος, με τη γεωργική του έννοια, μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα πολύπλοκο σύστημα που είναι, ταυτόχρονα, μια αποθήκη θρεπτικών στοιχείων, ένα περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται πλήθος μικροοργανισμών, ένα μέσο στήριξης των φυτών, ένα μέσο διακίνησης του ύδατος και μια αποθήκη νερού από την οποία τα φυτά με τις ρίζες τους προσλαμβάνουν την απαραίτητη για την ανάπτυξή τους υγρασία.

Η άρδευση με σταγόνες ή στάγδην άρδευση είναι μια μέθοδος κατά την οποία το νερό εφαρμόζεται στον αγρό σε μικρές ποσότητες με τη μορφή σταγόνων, έτσι που κάθε φυτό ξεχωριστά να εφοδιάζεται με την απαραίτητη υγρασία για την κανονική ανάπτυξη και απόδοσή του. Η μέθοδος είναι σχετικώς πρόσφατη, είναι πολύ αποτελεσματική όταν εφαρμόζεται ορθώς και προσφέρεται για αυτοματισμούς. Ιδιαίτερα η μέθοδος προσφέρεται για περιπτώσεις που η διαθέσιμη παροχή άρδευσης είναι πολύ μικρή, με συνέπεια να μην μπορούν να εφαρμοστούν άλλες μέθοδοι άρδευσης. Ένα άλλο πλεονέκτημά της είναι ότι μπορεί να εφαρμοστεί σε περιοχές με εξαιρετικά ανώμαλη τοπογραφία χωρίς την ανάγκη ισοπέδωσης.

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα στάγδην άρδευσης αποτελείται από τα δίκτυα μεταφοράς, εφαρμογής και τη μονάδα ελέγχου. Το δίκτυο μεταφοράς αποτελείται από τους κύριους αγωγούς μεταφοράς που μεταφέρουν το νερό στους αγωγούς τροφοδοσίας οι οποίοι εξασφαλίζουν την απαιτούμενη παροχή και φορτίο στις υδροληψίες των αγωγών εφαρμογής. Οι αγωγοί του δικτύου μεταφοράς είναι συνήθως από άκαμπτο PVC και πρέπει να τοποθετούνται υπόγεια, τόσο για την προστασία τους, όσο και για τη διευκόλυνση των καλλιεργητικών εργασιών. Το δίκτυο εφαρμογής αποτελείται από εύκαμπτους σωλήνες πολυαιθυλενίου με συνηθισμένη διάμετρο 12-16mm, οι οποίοι σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούν να φθάσουν και τα 25mm, στους οποίους, σε προκαθορισμένες θέσεις, τοποθετούνται ή ενσωματώνονται οι σταλακτήρες μέσω των οποίων το νερό φθάνει στο έδαφος με τη μορφή σταγόνων. Η μονάδα

ελέγχου τοποθετείται στην αρχή του δικτύου αμέσως μετά το αντλητικό συγκρότημα ή την υδροληψία αν το δίκτυο είναι συλλογικό και περιλαμβάνει μετρητή ροής, φίλτρα, μετρητές πίεσης και συσκευές εφαρμογής λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Κύριο στοιχείο της μονάδας ελέγχου αποτελούν τα φίλτρα καθώς το νερό που παροχεύεται στο δίκτυο πρέπει να είναι απαλλαγμένο από φερτά υλικά, ακόμη και πολύ μικρών διαστάσεων, για να μην αποφράσσονται οι σταλακτήρες. Τα φίλτρα κάνουν μηχανικό και όχι χημικό ή άλλου είδους καθαρισμό του νερού.

Ένα δίκτυο άρδευσης με σταγόνες αποτελείται από έναν αριθμό μονάδων. Η τυπική αρδευτική μονάδα αποτελείται από την έκταση του δικτύου που αρδεύεται από έναν αγωγό τροφοδοσίας με τους αντίστοιχους αγωγούς εφαρμογής.

Βάση του συστήματος αποτελούν οι σταλακτήρες. Έχει σχεδιαστεί μια ποικιλία σταλακτήρων που διακρίνονται σε ορισμένες κατηγορίες. Έτσι, ανάλογα με το είδος ροής του νερού, διακρίνονται σε σταλακτήρες με στρωτή ροή, με μερικά στροβιλώδη ροή και με στροβιλώδη ροή. Ανάλογα με τον τρόπο απόσβεσης της πίεσης διακρίνονται σε σταλακτήρες με μακρύ διάδρομο ροής και με επιστόμιο ή οπή. Ανάλογα με την ικανότητα αυτοκαθαρισμού, διακρίνονται σε αυτοκαθαριζόμενους ή μη αυτοκαθαριζόμενους.

Η μέθοδος της στάγδην άρδευσης είναι ακόμα υπό έρευνα. Τα αποτελέσματά της φαίνονται ενθαρρυντικά, αναφορικά με την παραγωγή και την ομοιομορφία άρδευσης, την εξοικονόμηση νερού και την επίδραση στο μικροκλίμα της καλλιέργειας.

Οι Sharmasarkar et al. (2001), αναφέρουν, υπό συνθήκες στάγδην άρδευσης, πιο υψηλή παραγωγή ριζών και στρεμματοζαχάρου σε σχέση με την άρδευση με αυλάκια. Οι πλέον υψηλές αποδόσεις εμφανίζονται στις περιοχές με υψηλό κόστος νερού και πιο υψηλές δαπάνες για καταπολέμηση ζιζανίων.

Σε πείραμα που διεξήχθη στην περιοχή του Wyoming των Η.Π.Α., οι ίδιοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η αποδοτικότητα της χρήσης του νερού και του λιπάσματος, ήταν υψηλότερη της στάγδην άρδευσης από ότι στην άρδευση με κατάκλιση. Παράλληλα, παρέχεται υψηλότερη παραγωγή στρεμματοζαχάρου

κατά 3-28%, ακόμα και στις περιπτώσεις μειωμένης εφαρμογής νερού με το σύστημα της στάγδην άρδευσης.

Οι Tognetti et al. (2003) αναφέρουν εξοικονόμηση νερού σε ποσοστό 25%, με εφαρμογή στάγδην άρδευσης σε πείραμα που διεξήχθη στη Νότια Ιταλία, συγκριτικά με την τεχνητή βροχή χαμηλής πίεσης, χωρίς σημαντικές διαφορές στην παραγωγή της καλλιέργειας ζαχαρότευλων.

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1. Περιγραφή του πειραματικού αγρού

Το πείραμα εγκαταστάθηκε σε πειραματικό αγρό (Εικ. 3.1.) στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεσίνου Μαγνησίας (39°23' γεωγραφικό πλάτος, 22°45' γεωγραφικό μήκος, 50m υψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας) κατά την καλλιεργητική περίοδο του έτους 2004. Το πείραμα αφορούσε την επίδραση συστήματος υπόγειας στάγδην άρδευσης στα παραγωγικά χαρακτηριστικά των ζαχαρότευτλων συγκριτικά με επιφανειακές μεθόδους άρδευσης στάγδην άρδευσης, στα πλαίσια εκπόνησης της μεταπτυχιακής διατριβής του Γεωπόνου Βούλγαρη Θρασύβουλου. Το τμήμα του πειράματος που αφορά την προσωπική μου πτυχιακή διατριβή είναι αυτό της επιφανειακής στάγδην άρδευσης των ζαχαρότευτλων, στο οποίο και θα επικεντρωθώ έπειτα από μια σύντομη αναφορά επί του συνόλου του πειράματος.



Εικόνα 3.1. Πειραματικός αγρός πριν από τη σπορά

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν Πλήρως Τυχαιοποιημένων Ομάδων με πέντε μεταχειρίσεις (μία υπόγεια και τέσσερις επιφανειακές) και τέσσερις επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση. Κάθε πειραματικό τεμάχιο ήταν διαστάσεων μήκους 10m και πλάτους 4,5cm (εμβαδόν 45cm²). Το τμήμα του

πειράματος που με αφορά (επιφανειακή στάγδην άρδευση), περιλαμβάνει δυο μεταχειρίσεις με τέσσερις επαναλήψεις ανά μεταχείριση.

Στο σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 3.1.) παρουσιάζεται η διάταξη του πειραματικού αγρού. Τα τεμάχια που μεταχειρίστηκαν με χρήση επιφανειακής στάγδην άρδευσης παρουσιάζονται με έντονο χρωματισμό.

Ε100%ΕΤ -3-	Υπόγεια -3-	ΕΚΤ80%ΕΤ -3-	Ε80%ΕΤ -3-	ΕΚΤ100%ΕΤ -3-	Υπόγεια -4-	ΕΚΤ100%ΕΤ -4-	Ε80%ΕΤ -4-	ΕΚΤ80%ΕΤ -4-	Ε100%ΕΤ -4-
----------------	----------------	-----------------	---------------	------------------	----------------	------------------	---------------	-----------------	----------------

ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

Υπόγεια -1-	Ε100%ΕΤ -1-	ΕΚΤ100%ΕΤ -1-	ΕΚΤ80%ΕΤ -1-	Ε80%ΕΤ -1-	Ε100%ΕΤ -2-	Υπόγεια -2-	Ε80%ΕΤ -2-	ΕΚΤ100%ΕΤ -2-	ΕΚΤ80%ΕΤ -2-
----------------	----------------	------------------	-----------------	---------------	----------------	----------------	---------------	------------------	-----------------

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΑΓΡΟΣ

Σχήμα 3.1. Πειραματικός αγρός

Οι μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν ήταν:

1. Επιφανειακή στάγδην άρδευση (E100%ET), με εφαρμοζόμενη ποσότητα ύδατος ίση με το 100% των αναγκών της καλλιέργειας, βάση της εξατμισοδιαπνοής και εύρος άρδευσης το οποίο να αντιστοιχεί σε άθροισμα καθαρών αναγκών κοντά στην τιμή της υπολογιζόμενης δόσης άρδευσης.
2. Επιφανειακή στάγδην άρδευση (E80%ET) με δόση άρδευσης ίση με το 80% των αναγκών της καλλιέργειας, βάση της εξατμισοδιαπνοής και εύρος άρδευσης το ίδιο με την E100%ET.
3. Υπόγεια στάγδην άρδευση (Υπόγεια), με δόση άρδευσης ίση με το 80% των αναγκών της καλλιέργειας, βάση της εξατμισοδιαπνοής και εύρος άρδευσης το ίδιο με τις επιφανειακές.
4. Επιφανειακή στάγδην άρδευση (EKT100%ET), με δόση άρδευσης ίση με το 100% των αναγκών της καλλιέργειας, βάση της εξατμισοδιαπνοής και εύρος άρδευσης ανάλογο με αυτό που συνήθως εφαρμόζεται στην καλλιεργητική τεχνική.
5. Επιφανειακή στάγδην άρδευση (EKT80%ET), με δόση άρδευσης ίση με το 80% των αναγκών της καλλιέργειας, βάση της εξατμισοδιαπνοής και εύρος άρδευσης ανάλογο με αυτό που συνήθως εφαρμόζεται στην καλλιεργητική τεχνική.

3.2. Εδαφολογικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού

Το πείραμα εγκαταστάθηκε σε έδαφος με καλή στράγγιση, ασβεστούχο, ιλυο-αργιλωπηλώδες της υποομάδας των Typic Xenochrepts (USDA, 1975). Τα συγκεκριμένα εδάφη έχουν αμμοαργιλοπηλώδη-πηλώδη υφή και μέτρια λεπτόκοκκη υφή. Στην περιοχή επικρατούν συνθήκες εδαφικής υγρασίας xeric και θερμοκρασίας thermic. Η κατάσταση υδρομορφίας θεωρείται καλή και εκφράζεται με Β βαθμό αποστράγγισης που βελτιώνεται καθώς αυξάνεται με το βάθος του εδάφους, λόγω της πορώδους σύστασής του. Η περιεκτικότητα σε ανθρακικά άλατα είναι μετρίως χαμηλή με τάση έκπλυσης προς τα βαθύτερα στρώματα της εδαφικής κατατομής. Το pH είναι αλκαλικό και κυμαίνεται μεταξύ

7,9-8,2. Παρουσιάζει καλή ανάπτυξη του πορώδους με κυριαρχία μικρών και μεσαίου μεγέθους πόρων. Ο φώσφορος (P) κυμαίνεται στα 20ppm, ενώ η οργανική ουσία σε σχετικώς χαμηλά επίπεδα. Εν αντιθέσει, τα ανταλλάξιμα κατιόντα Na, Mg, K και η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (C.E.C) βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα. Η διαθεσιμότητα των ιχνοστοιχείων Fe, Zn και Mn βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα σε αντίθεση με τον Cu.

3.3. Κατεργασία του εδάφους πριν από την εγκατάσταση της καλλιέργειας

Ο πειραματικός αγρός κατεργάστηκε με δισκοσβάρνα. Επίσης, έγινε εφαρμογή βασικής λίπανσης με 10 λ.μ. N, 5 λ.μ. P_2O_5 και 5 λ.μ. K_2O .

3.4. Εγκατάσταση της καλλιέργειας

Η σπορά έγινε στις 16 Απριλίου 2004 με τετράσειρη σπαρτική μηχανή ζαχαρότευτλων (Εικ. 3.2.). Η ποικιλία που χρησιμοποιήθηκε ήταν η Rival. Οι αποστάσεις σποράς ήταν οι εξής: 50cm μεταξύ των γραμμών και 7,5cm επί της γραμμής, ενώ το βάθος σποράς ήταν 2cm. Μετά το αραίωμα, επιτεύχθη η επιθυμητή απόσταση επί της γραμμής που ήταν 15cm. Στο μέσο του πειραματικού αγρού διατηρήθηκε κενός διάδρομος 4m. Αυτό στόχευε στη διευκόλυνση της διέλευσης των γεωργικών μηχανημάτων και την εκτέλεση των ποικίλων καλλιεργητικών εργασιών.



Εικόνα 3.2. Τετράσειρη σπαρτική μηχανή τεύτλων

3.5. Εργασίες μετά τη σπορά

Αμέσως μετά τη σπορά έγινε προφυτρωτική ζιζανιοκτονία με χρήση metalachlor (Dual 96 EC), καθώς και μεταφυτρωτική για την καταπολέμηση ζιζανίων όπως η περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*) και η λουβουδιά (*Chenopodium album*) (Εικ. 3.3.). Εν κατακλείδι, πραγματοποιήθηκαν προληπτικοί ψεκασμοί για το ωίδιο και την κερκόσπορα, όπως και για την καταπολέμηση της φθοριμαίας (Εικ. 3.4.).



Εικόνα 3.3. Ζιζάνια περικοκλάδα και λουβουδιά



Εικόνα 3.4. Προσβολή από φθοριμαία

3.6. Υλικά άρδευσης

Το επιφανειακό σύστημα άρδευσης εγκαταστάθηκε όταν τα φυτά είχαν αναπτυχθεί μερικώς, και πιο συγκεκριμένα όταν βρίσκονταν στο στάδιο του δεύτερου ζεύγους πραγματικών φύλλων (Εικ. 3.5.). Η απόσταση μεταξύ των γραμμών των σταλακτοφόρων αγωγών ήταν 1,5m. Συμπεραίνουμε, δηλαδή, ότι ανάμεσα σε δυο σταλακτοφόρους αγωγούς παρεμβάλλονταν τρεις γραμμές ζαχαρότευτλων (Εικ. 3.6.).

Οι αγωγοί μεταφοράς ήταν κατασκευασμένοι από πολυαιθυλένιο και είχαν διατομή 20mm. Οι σταλακτήρες ήταν αυτορρυθμιζόμενοι και αυτοκαθαριζόμενοι. Η ισαποχή ήταν 0,6m επί των σταλακτηφόρων αγωγών, ενώ η παροχή ήταν 3,6L/h και σε πίεση λειτουργίας κυμαινόμενη από 0,5-4atm. Για κάθε μεταχείριση υπήρχε μια ηλεκτροβάνα, καθώς και υδρομετρητές σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Οι υδρομετρητές (Εικ. 3.7.) συμβάλλουν στον έλεγχο αποκλίσεων από την επιθυμητή δόση άρδευσης.



Εικόνα 3.5. Τοποθέτηση σταλακτοφόρων αγωγών



Εικόνα 3.6. Διάταξη σταλακτοφόρων αγωγών στον αγρό



Εικόνα 3.7 Υδρόμετρο

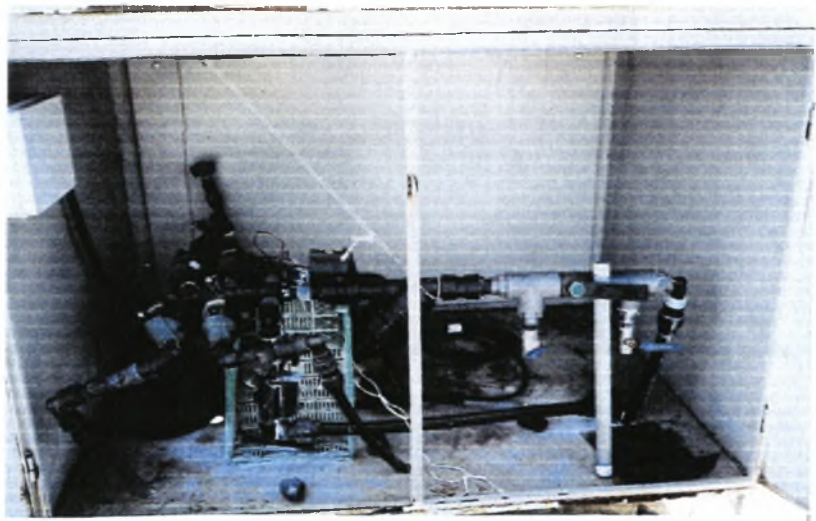
Όλες οι ηλεκτροβάνες συνδέθηκαν με τον ειδικό προγραμματιστή Miracle DC (Εικ. 3.8.) της εταιρείας Netafim, με στόχο την αυτοματοποίηση της άρδευσης. Μπορεί να ενεργοποιήσει 6, 9 ή 12 ηλεκτροβάνες. Διαθέτει τρία ανεξάρτητα προγράμματα και μπορεί να μοιράσει τις ηλεκτροβάνες σε τρεις ανεξάρτητες ομάδες με διαφορετικές ώρες και μέρες ποτίσματος. Παρέχει τη δυνατότητα τεσσάρων επαναλήψεων του προγράμματος εντός του ίδιου 24ώρου. Η δυνατότητα άρδευσης είναι από 1min έως 9h και 59min. Μπορεί να γίνει εβδομαδιαίος προγραμματισμός των αρδεύσεων. Επίσης, δεν αποκλείεται ο

χειρωνακτικός προγραμματισμός των αρδεύσεων, όποτε αυτό καταστεί απαραίτητο.



Εικόνα 3.8. Προγραμματιστής Miracle DC

Δεξαμενή χωρητικότητας 30m³ παρέιχε το απαιτούμενο νερό, η πλήρωση της οποίας γινόταν από παρακείμενη γεώτρηση (αντλία μέσης παροχής 60-80m³/h με άξονα και σωλήνα 4"). Η αντλία προώθησης του νερού στα αρδευτικά δίκτυα, οι ηλεκτροβάνες (Εικ. 3.9.), τα φίλτρα, η βαλβίδα κενού, ο αγωγός επιστρεφόμενων, το πιεζόμετρο κ.ά. τοποθετήθηκαν σε ειδικές κατασκευές επί της δεξαμενής (Εικ. 3.10.).



Εικόνα 3.9. Ηλεκτροβάνες



Εικόνα 3.10. Κιβώτια με το μηχανικό εξοπλισμό της άρδευσης

3.7. Πορεία ανάπτυξης της καλλιέργειας

Ενδεικτικά έχουμε τις απεικονίσεις (Εικ. 3.11., Εικ. 3.12., Εικ. 3.13., Εικ. 3.14.):



Εικόνα 3.11. 7/6/2004



Εικόνα 3.12. 13/6/2004



Εικόνα 3.13. 4/7/2004



Εικόνα 3.14. 14/8/2004

3.8. Μέθοδος του εξατμισίμετρου

Οι Doorenbos and Pruitt (1977) παρουσίασαν μια μέθοδο υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής (ET_r) σε χορτοτάπητα, κάνοντας χρήση παρατηρήσεων εξάτμισης από εξατμισίμετρο λεκάνης τύπου A, E_p και συντελεστών εξατμισίμετρου K_p . Η μέθοδος αυτή αναφέρεται σε μέθοδος του εξατμισίμετρου κατά FAO-24.

Με μοντέλα που βασίζονται σε μετρήσεις εξατμισίμετρων, προσμετράται η εξάτμιση από σταθερές επιφάνειες γνωστών διαστάσεων και συσχετίζεται με τη δυνητική εξατμισοδιαπνοή με έναν συντελεστή. Οι μέθοδοι αυτές βασίζονται στην υπόθεση ότι η εξατμισοδιαπνοή ελέγχεται αποκλειστικά από την ατμόσφαιρα. Μια τέτοια μέθοδος είναι αυτή του εξατμισίμετρου λεκάνης.

Λόγω της απλότητάς τους τα εξατμισίμετρα λεκάνης χρησιμοποιούνται ευρύτατα. Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία σχεδίων που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως και περιλαμβάνουν «βυθισμένα» ή «πάνω στο έδαφος» εξατμισίμετρα λεκάνης. Ο πιο συνηθισμένος τύπος είναι το εξατμισίμετρο λεκάνης τύπου A (Εικ. 3.15.). Αυτό είναι μία κυλινδρική λεκάνη από γαλβανισμένο χάλυβα με διάμετρο 121cm και βάθος 25,4cm. Αυτή τοποθετήθηκε οριζόντια επί ξύλινης βάσης ύψους 15cm από την επιφάνεια του εδάφους. Η στάθμη του ύδατος εντός της λεκάνης έπρεπε να ανέρχεται σε απόσταση 5-7,5cm από το άνω χείλος του. Οι μετρήσεις στο βάθος του νερού της λεκάνης

γίνονταν με σταθμήμετρο με ακίδα. Οι ενδείξεις αυτές, που αντιπροσώπευαν την εξάτμιση από την λεκάνη σε mm/ημέρα, πολλαπλασιαζόμενες με τον συντελεστή διόρθωσης του εξατμισίμετρου ($K_{ex}=0,80$) και την αντίστοιχη για κάθε περίοδο τιμή του φυτικού συντελεστή K_c , έδιναν την τιμή της ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας.

Η εξάτμιση E_p , αντιπροσωπεύει τη δυνατότητα της ατμόσφαιρας να εξάγει νερό από ένα εξατμισίμετρο συγκεκριμένης μορφής, μεγέθους, χρώματος στο δεδομένο περιβάλλον. Για αυτόν το λόγο, οι ρυθμοί εξάτμισης σε μια δεδομένη περιοχή αναμένονται διαφορετικοί.

Τα εξατμισίμετρα που βρίσκονται βυθισμένα στο έδαφος, δίνουν μικρότερη εξάτμιση από αυτά που βρίσκονται επί του εδάφους. Η τοποθέτησή τους σε κάποιο σημείο είναι κρίσιμο στοιχείο καθώς η περιβάλλουσα περιοχή διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο.

Η έκθεση ενός εξατμισίμετρου λεκάνης είναι, επίσης, σημαντική. Ο λόγος E_p προς την υπολογιζόμενη ET_r (E_p/ET_r) κυμαίνεται από 0,6-2 ανάλογα με την έκθεση του εξατμισίμετρου.

Για να μην αναπτύσσονται μύκητες και διάφορα άλγη, απαιτείται η χρήση γαλαζόπετρας σε πολύ μικρή δόση. Το εξατμισίμετρο για προστασία καλύπτεται από μεταλλικό πλέγμα. Στην περίπτωση αυτή, η εξάτμιση μειώνεται έως και 13% (Cambdell and Phene, 1976).



Εικόνα 3.15. Εξατμισίμετρο τύπου Α

3.9. Παράγοντες που επηρεάζουν την εξατμισοδιαπνοή

- α) Το φυτικό είδος
- β) Η αντανakλαστικότητα της καλλιέργειας
- γ) Το ποσοστό κάλυψης του εδάφους από την καλλιέργεια
- δ) Το ύψος της καλλιέργειας και η τραχύτητα του φυλλώματος
- ε) Το βάθος και η πυκνότητα του ριζικού συστήματος
- στ) Το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας

3.10. Σύστημα προσδιορισμού του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (Leaf Area Index, LAI)

Ο προσδιορισμός έγινε με φορητό σύστημα μέτρησης. Αυτά διακρίνονται σε: i) συστήματα με ενεργό περιοχή μέτρησης 1m, κατάλληλα για τη μέτρηση της ανακοπής της PAR από τον θόλο καλλιεργειών και τον υπολογισμό του LAI και συνίστανται για χρήση σε μικρές και μέσου μεγέθους καλλιέργειες και ii) συστήματα λήψης και ανάλυσης ημισφαιρικών εικόνων, μεγάλων καλλιεργειών και παρέχουν πλήθος πληροφοριών, όπως LAI, επίπεδα ακτινοβολίας πάνω και κάτω από το θόλο κ.ά.. Στη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR.

Πραγματοποιήθηκαν 7 μετρήσεις ανά 15 ημέρες, από τις 22 Ιουνίου έως τις 22 Σεπτεμβρίου. Η κάθε μια γινόταν στην ίδια σειρά φυτών κάθε πειραματικού τεμαχίου και την ίδια ώρα του 24ώρου (Εικ. 3.16.).



Εικόνα 3.16. Μέτρηση LAI με αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης

3.11. Μετεωρολογικά δεδομένα

Για την καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων, δηλαδή της ημερήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας του αέρα και του αθροίσματος της ημερήσιας βροχόπτωσης, της περιοχής, χρησιμοποιήθηκε ο μετεωρολογικός σταθμός του αγροκτήματος που εντοπίζεται σε απόσταση 25m από το κέντρο του πειραματικού αγρού (Εικ. 3.17.).

Η καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων γινόταν σε ωριαία βάση και για όλο το 24ωρο με τη βοήθεια data logger. Η επεξεργασία έγινε με το πρόγραμμα Excel της Microsoft.



Εικόνα 3.17. Μετεωρολογικός σταθμός αγροκτήματος Βελεστίνου Μαγνησίας

3.12. Δειγματοληψίες

Κατά τη διάρκεια του πειράματος έγιναν δυο δειγματοληψίες. Η πρώτη πραγματοποιήθηκε στις 15 Ιουλίου και η δεύτερη στις 4 Οκτωβρίου, την περίοδο της συγκομιδής. Οι συγκεκριμένες δειγματοληψίες επιτελέστηκαν 91 και 166 ημέρες από τη σπορά. Αρχικώς, στο μέσο κάθε πειραματικού τεμαχίου επιλέχθηκαν οι επιθυμητές γραμμές. Στη συνέχεια, συγκομίστηκαν, με τη βοήθεια σκαπτικών εργαλείων (χειρωνακτικά), δυο γραμμές ανά πειραματικό τεμάχιο μήκους 2m και επιφάνειας 2m² (Εικ. 3.18.). Τα ζαχαρότευτλα τοποθετήθηκαν σε σάκους (Εικ. 3.19.) και μεταφέρθηκαν με ελκυστήρα (Εικ. 3.20.) στο εργαστήριο. Έπειτα, αφού αφαιρέθηκε το κορυφαίο τμήμα (Εικ. 3.21.), ζυγίστηκε σε ζυγό το νωπό βάρος του υπέργειου (φύλλα και κορυφές) (Εικ. 3.22.) και ανεξάρτητα το νωπό βάρος του υπογείου τμήματος (ρίζες) (Εικ. 3.23.). Οι ζυγίσεις επιτελέστηκαν χωριστά για την κάθε συγκομισθείσα γραμμή.

Στη δεύτερη δειγματοληψία, από κάθε πειραματικό τεμάχιο, ένα δείγμα ριζών με βάρος περίπου 15kg αποστάλη στο Χημείο του Εργοστασίου Λάρισας της Ε.Β.Ζ. Α.Ε.. Εκεί προσδιορίστηκαν ο σακχαρικός τίτλος (Pol, σακχαρόζη % του νωπού βάρους), καθώς και η συγκέντρωση των μελασσογόνων ουσιών (K, Na, α-Na) (Εικ. 3.24.). Ο μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια του ζυγού Venema (Venema automationb.v., Croningen, Holland) και με το σύστημα ανάλυσης BETALYSER ® Dr Wolfgang Kernchen GmbH, Seelze, Germany).

Αναφορικά με τη χρηματική αξία της παραγωγής, αυτή καθορίζεται από την Ε.Β.Ζ. αναλόγως του σακχαρικού τίτλου, που προσδιορίζεται με αυτόματο και αυτογραφικό πολωσίμετρο. Η λειτουργία του βασίζεται στη διάθλαση του φωτός που είναι ανάλογη της πυκνότητας του σακχαροπολτού. Ο προσδιορισμός γίνεται σε τυχαίο δείγμα ριζών (ανώνυμο) που λαμβάνεται με αυτόματο μηχανικό δειγματολήπτη κατά την παράδοση των τεύτλων στο Εργοστάσιο. Η κλίμακα πληρωμής τους έχει ως βάση τον σακχαρικό τίτλο 16. Με βάση τον σακχαρικό τίτλο υπολογίζεται και η κλίμακα ισοτιμίας των τεύτλων ώστε να καλυφθεί η ποσότητα παραγωγής ζάχαρης. Δηλαδή, ανάγονται οι ποσότητες τεύτλων με διαφορετικά επίπεδα σακχαρικού τίτλου. Η βασική τιμή των ζαχαρότευτλων καθορίζεται κάθε έτος από το Συμβούλιο Υπουργών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, ο υπολογισμός της χρηματικής αξίας της παραγωγής έγινε με βάση τον Πίνακα Τιμών Ζαχαρότευτλων της Ε.Β.Ζ. Α.Ε. για το έτος 2004.



Εικόνα 3.18. Εξαγωγή φυτών - Τοποθέτηση σε σάκους



Εικόνα 3.19. Σάκοι με τεύτλα



Εικόνα 3.20. Μεταφορά των φυτών με ελκυστήρα



Εικόνα 3.21. Αποκοπή του κορυφαίου τμήματος των φυτών με ειδικό εργαλείο-μαχαίρι



Εικόνα 3.22. Ζύγισμα του κορυφαίου τμήματος των φυτών



Εικόνα 3.23. Ζύγισμα των ριζών των φυτών



Εικόνα 3.24. Δελτίο πειραματικού τεμαχίου που θα συμπληρωθεί από την Ε.Β.Ζ.

3.13. Στατιστική επεξεργασία

Για τους σκοπούς του πειράματος, τα αποτελέσματα επεξεργάστηκαν με τη βοήθεια της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (ANOVA), και πιο συγκεκριμένα με τη χρήση του Πειραματικού Σχεδίου των Πλήρως Τυχαιοποιημένων Ομάδων. Έγινε εκτίμηση του μέσου όρου και της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς ($LSD_{0.05}$) μεταξύ των μεταχειρίσεων. Χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο MSTAT (MSTAT-C, version 1.41., Crop and Soil Sciences Department, Michigan State University).

3.14. Υπολογισμοί δόσεων - εύρους άρδευσης - διάρκειας άρδευσης

Ο καθορισμός της δόσης άρδευσης βασίστηκε στην ημερήσια ένδειξη εξατμίσου του εξατμισίμετρου τύπου Α. Με χρήση των ενδείξεων αυτών, υπολογίζονται οι καθαρές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό. Η ένδειξη του εξατμισίμετρου E_p , που εκφράζει τη μέση εξατμίσου του 24ώρου σε mm/ημέρα,

πολλαπλασιαζόμενη με το συντελεστή διόρθωσης του εξατμισίμετρου K_p , παρέχει την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ET_o . Δηλαδή:

$$ET_o = K_p * E_p, \text{ σε mm/ημέρα}$$

Ο συντελεστής διόρθωσης του εξατμισίμετρου K_p , υπολογίζεται ως συνάρτηση της ταχύτητας του ανέμου, της μέσης σχετικής υγρασίας, του είδους και της έκτασης της επιφάνειας που περιβάλλει το εξατμισίμετρο. Η τιμή του είναι 0,8 για τη συγκεκριμένη θέση.

Η εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας ET_c , προσδιορίζει το νερό που χρειάζονται οι διάφορες καλλιέργειες για την κανονική ανάπτυξη και απόδοση. Στη φύση, το νερό αυτό προέρχεται από τη βροχή, την υγρασία που βρίσκεται αποθηκευμένη στο έδαφος στη ζώνη του ριζοστρώματος και το υπόγειο νερό. Η τιμή της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς (ET_o) πολλαπλασιαζόμενη με το φυτικό συντελεστή της καλλιέργειας K_c , μας δίνει την ET_c . Δηλαδή:

$$ET_c = ET_o * K_c, \text{ σε mm}$$

Η πρακτική δόση άρδευσης I_{da} προκύπτει εάν από την τιμή της ET_c αφαιρεθεί το ύψος της ωφέλιμης βροχής ΩB . Δηλαδή:

$$I_{da} = I_n = ET_c - \Omega B, \text{ σε mm}$$

Στο εξατμισίμετρο τύπου A, η ημερήσια ένδειξη, εάν δε συμπεριληφθεί η βροχή, οδηγεί απευθείας στις καθαρές ανάγκες σε νερό. Συνεπάγεται ότι για υπολογιστεί η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας, πρέπει στην τιμή των καθαρών αναγκών σε νερό να προστεθεί το ωφέλιμο ύψος βροχής.

$$ET_c = I_n + \Omega B, \text{ σε mm}$$

Στις μεταχειρίσεις όπου το νερό που προστίθεται μέσω της άρδευσης είναι λιγότερο κατά 20% των καθαρών αναγκών, η τιμή της δόσης άρδευσης πολλαπλασιάζεται με 80%.

Η διάρκεια άρδευσης I_t προκύπτει από το πηλίκο της πρακτικής δόσης άρδευσης I_{da} και του ωριαίου ύψους βροχής I_{dh} .

$$I_t = I_{da} / I_{dh}, \text{ σε h}$$

Πίνακας 3.1. Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Πλήρωση εξατμ/τρου	Ημερήσια ένδειξη	Διαφορά ημέρας E_{pan}	Βροχή B	Ωφέλιμη βροχή $\Omega B=0,8*B$	Εξατμ/πνοή αναφοράς $E_o=K_p*E_{pan}$ $0,8*(5)$	K_c	Καθαρές ανάγκες $I_n=E_o*K_c$ $(9)*(8)$	Εξατμ/πνοή αναφοράς $ET_c=I_n+\Omega B$ $(10)+(7)$
		mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm
15/6/2004										
16/6/2004										
17/6/2004										
18/6/2004										
19/6/2004										
20/6/2004										
21/6/2004										
22/6/2004										
23/6/2004										
24/6/2004										
25/6/2004										
26/6/2004										
27/6/2004										
28/6/2004	180	39,5	-	8,7			6,96	0,75	5,22	5,22
29/6/2004	181		48,2	7,2			5,76	0,75	4,32	4,32
30/6/2004	182		55,4	8			6,4	0,75	4,8	4,8
1/7/2004	183	8*	63,4	9			7,2	1,2	8,64	8,64
2/7/2004	184		17	8,5			6,8	1,2	8,16	8,16
3/7/2004	185		25,5	6,5			5,2	1,2	6,24	6,24
4/7/2004	186		32	6			4,8	1,2	5,76	5,76

*Η στάθμη του εξατμισομέτρου μετά από πλήρωση ανέβηκε στα 8mm από την άκρη του εξατμισομέτρου.

Πίνακας 3.1. Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Πλήρωση εξατμ/τρου	Ημερήσια ένδειξη	Διαφορά ημέρας E_{pan}	Βροχή B	Ωφέλιμη βροχή $\Omega B=0,8 \cdot B$	Εξατμ/πνοή αναφοράς $E_o=K_p \cdot E_{pan} \cdot 0,8^{*(5)}$	K_c	Καθαρές ανάγκες $I_n=E_o \cdot K_c$ (9)*(8)	Εξατμ/πνοή καλλιέργειας $ET_c=I_n+\Omega B$ (10)+(7)
		mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm
5/7/2004	187		38	6,2			4,96	1,2	5,952	5,952
6/7/2004	188		44,2	9,9			7,92	1,2	9,504	9,504
7/7/2004	189		54,1	8,7			6,96	1,2	8,352	8,352
8/7/2004	190		62,8	6,4			5,12	1,2	6,144	6,144
9/7/2004	191		69,2	9,2			7,36	1,2	8,832	8,832
10/7/2004	192		78,4	9			7,2	1,2	8,64	8,64
11/7/2004	193	4	87,4	9			7,2	1,2	8,64	8,64
12/7/2004	194		13	12			9,6	1,2	11,52	11,52
13/7/2004	195		25	11,5			9,2	1,2	11,04	11,04
14/7/2004	196		36,5	10			8	1,2	9,6	9,6
15/7/2004	197		46,5	5,5			4,4	1,2	5,28	5,28
16/7/2004	198	11	52	9			7,2	1,2	8,64	8,64
17/7/2004	199		20	9			7,2	1,2	8,64	8,64
18/7/2004	200		29	8,2			6,56	1,2	7,872	7,872
19/7/2004	201		37,2	4,8			3,84	1,2	4,608	4,608
20/7/2004	202		42	8			7,2	1,2	8,64	8,64
21/7/2004	203		51	8			6,4	1,2	7,68	7,68
22/7/2004	204		59	8			6,4	1,2	7,68	7,68
23/7/2004	205	10	67	7			5,6	1,2	6,72	6,72
24/7/2004	206		17	8,7			6,96	1,2	8,352	8,352

Πίνακας 3.1. Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Πλήρωση εξατμ/τρου mm	Ημερήσια Ένδειξη mm	Διαφορά Ημέρας E _{pan} mm	Βροχή B mm	Ωφέλιμη βροχή ΩB=0,8*B mm	Εξατμ/πνοή αναφοράς E _o =K _p * E _{pan} 0,8*(5) mm	K _c	Καθαρές ανάγκες I _n =E _o *K _c (9)*(8) mm	Εξατμ/πνοή καλλιέργειας ET _c =I _n +ΩB (10)+(7) mm
25/7/2004	207		25,7	6,3	6,29		5,04	1,2	6,048	6,048
26/7/2004	208		32	7,5			6	1,2	7,2	7,2
27/7/2004	209		39,5	0	9	7,2	0	1,2	0	0
28/7/2004	210		39,5	6,5			5,2	1,2	6,24	6,24
29/7/2004	211		46	7			5,6	1,2	6,72	6,72
30/7/2004	212		53	6			4,8	1,2	5,76	5,76
31/7/2004	213		59	5			4	1,2	4,8	4,8
1/8/2004	214		64	8			6,4	1,2	7,68	7,68
2/8/2004	215	10	72	8			6,4	1,2	7,68	7,68
3/8/2004	216		18	6			4,8	1,2	5,76	5,76
4/8/2004	217		24	7			5,6	1,2	6,72	6,72
5/8/2004	218		31	5,5	0,38	0,304	4,4	1,2	5,28	5,28
6/8/2004	219		36,5	5			4	1,2	4,8	4,8
7/8/2004	220		41,5	5			4	1,2	4,8	4,8
8/8/2004	221		46,5	5,5			4,4	1,2	5,28	5,28
9/8/2004	222		52	6			4,8	1,2	5,76	5,76
10/8/2004	223		58	7			5,6	1,2	6,72	6,72
11/8/2004	224		65	6			4,8	1,2	5,76	5,76
12/8/2004	225	10	71	5			4	1,2	4,8	4,8
13/8/2004	226		15	7,5			6	1,2	7,2	7,2

Πίνακας 3.1. Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξαιμιοδιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Πλήρωση εξατμ./τρου	Ημερήσια ένδειξη	Διαφορά ημέρας E _{pan}	Βροχή B	Ωφέλιμη βροχή ΩB=0,8*B	Εξατμ./πνοή αναφοράς E _o =K _p * E _{pan} 0,8''(5)	K _c	Καθαρές ανάγκες I _n =E _o *K _c (9)*(8)	Εξατμ./πνοή καλλιέργειας ET _c =I _n +ΩB (10)+(7)
		mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm
14/8/2004	227		22,5	7,5			6	1,2	7,2	7,2
15/8/2004	228		30	8			6,4	1,2	7,68	7,68
16/8/2004	229		38	1	3,27	2,616	0,8	1,2	0,96	0,96
17/8/2004	230		39	5			4	1,2	4,8	4,8
18/8/2004	231		44	6,5			5,2	1,2	6,24	6,24
19/8/2004	232		50,5	7,5			6	1,2	7,2	7,2
20/8/2004	233		58	9			7,2	1,2	8,64	8,64
21/8/2004	234		67	9			7,2	1,2	8,64	8,64
22/8/2004	235		76	8			6,4	1,2	7,68	7,68
23/8/2004	236	26	84	6			4,8	1,2	5,76	5,76
24/8/2004	237		32	8,5			6,8	1,2	8,16	8,16
25/8/2004	238		40,5	5,5			4,4	1,2	5,28	5,28
26/8/2004	239		46	9			7,2	1,2	8,64	8,64
27/8/2004	240		55	6			4,8	1,2	5,76	5,76
28/8/2004	241		61	8			6,4	1,2	7,68	7,68
29/8/2004	242		69	6	1,13	0,904	4,8	1,2	5,76	5,76
30/8/2004	243	10	75	5			4	1,2	4,8	4,8
31/8/2004	244		15	7			5,6	1,2	6,72	6,72
1/9/2004	245		22	7			5,6	1,2	5,6	5,6
2/9/2004	246		29	6,5			5,2	1,2	5,2	5,2

Πίνακας 3.1. Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Πλήρωση εξατμ./τρου mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας E _{pan} mm	Βροχή B mm	Ωφέλιμη βροχή ΩB=0,8*B mm	Εξατμ./πνοή αναφοράς E _o =K _p * E _{pan} 0,8*(5) mm	K _c	Καθαρές ανάγκες I _n =E _o *K _c (9)*(8) mm	Εξατμ./πνοή καλλιέργειας ET _c =I _n +ΩB (10)+(7) mm
3/9/2004	247		35,5	4,5			3,6	1	3,6	3,6
4/9/2004	248		40	3			2,4	1	2,4	2,4
5/9/2004	249		43	2,5	3,65	2,92	2	1	2	2
6/9/2004	250		45,5	2,5	0,55	0,44	2	1	2	2
7/9/2004	251		48	6			4,8	1	4,8	4,8
8/9/2004	252		54	5			4	1	4	4
9/9/2004	253		59	7			5,6	1	5,6	5,6
10/9/2004	254	10	66	6			4,8	1	4,8	4,8
11/9/2004	255		16	4			3,2	1	3,2	3,2
12/9/2004	256		20	2,5			2	1	2	2
13/9/2004	257		22,5	4,5			3,6	1	3,6	3,6
14/9/2004	258		27	5			4	1	4	4
15/9/2004	259		32	2			1,6	1	1,6	1,6
16/9/2004	260		34	5			4	1	4	4
17/9/2004	261		39	4			3,2	1	3,2	3,2
18/9/2004	262		43	2			1,6	1	1,6	1,6
19/9/2004	263		45	4			3,2	1	3,2	3,2
20/9/2004	264		49	4			3,2	1	3,2	3,2
21/9/2004	265		53	4			3,2	1	3,2	3,2
22/9/2004	266		57	4			3,2	1	3,2	3,2

Πίνακας 3.1. Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Πλήρωση εξατμ/τρου mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας E_{pan} mm	Βροχή B mm	Ωφέλιμη βροχή $\Omega B=0,8*B$ mm	Εξατμ/πνοή αναφοράς $E_o=K_p * E_{pan}$ $0,8*(5)$ mm	K_c	Καθαρές ανάγκες $I_p=E_o*K_c$ $(9)*(8)$ mm	Εξατμ/πνοή καλλιέργειας $ET_c=I_p+\Omega B$ $(10)+(7)$ mm
23/9/2004	267		61	5			4	1	4	4
24/9/2004	268	10	66					1		
25/9/2004	269									
26/9/2004	270									
27/9/2004	271									
28/9/2004	272									
29/9/2004	273									
30/9/2004	274									
1/10/2004	275									
2/10/2004	276									
3/10/2004	277									
4/10/2004	278									
5/10/2004	279									
6/10/2004	280									
7/10/2004	281									
8/10/2004	282									
9/10/2004	283									
10/10/2004	284									
11/10/2004	285									
12/10/2004	286							1		
ΣΥΝΟΛΟ					24,27	14,34			518,084	532,468

Πίνακας 3.2. Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις E100%ET και E80%ET

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες I_n mm	Αθροισμα καθαρών αναγκών mm	E100%ET Δόση άρδευσης m ³ /στρ		E80%ET Δόση άρδευσης m ³ /στρ		$S_r/(3 \cdot S_e)$ n	I_{an} $(q \cdot n)/(S_t \cdot S_e)$ mm/h	E100%ET Διάρκεια άρδευσης (5)/(10) h	E80%ET Διάρκεια άρδευσης (7)/(10) h
15/6/2004	167										
16/6/2004	168										
17/6/2004	169										
18/6/2004	170										
19/6/2004	171										
20/6/2004	172										
21/6/2004	173										
22/6/2004	174										
23/6/2004	175										
24/6/2004	176										
25/6/2004	177										
26/6/2004	178										
27/6/2004	179										
28/6/2004	180	5,22									
29/6/2004	181	4,32									
30/6/2004	182	4,8									
1/7/2004	183	8,64	22,98								
2/7/2004	184	8,16		22,98	1,0341	18,384	0,82728	0,0633	4	5h 44' 42"	4h 35' 45"
3/7/2004	185	6,24									
4/7/2004	186	5,76									

Πίνακας 3.2. Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις Ε100%ΕΤ και Ε80%ΕΤ (συνέχεια)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες I_n mm	Άθροισμα καθαριών αναγκών mm	Ε100%ΕΤ Δόση άρδευσης $m^3/στρ$ $m^3/45m^2$		Ε80%ΕΤ Δόση άρδευσης $m^3/στρ$ $m^3/45m^2$		$S_d/(3^{\circ}S_a)$ n	I_{dh} $(q^{\circ}n)/(S_t^{\circ}S_d)$ mm/h	$E100\%ET$ Διάρκεια άρδευσης $(5)/(10)$ h	$E80\%ET$ Διάρκεια άρδευσης $(7)/(10)$ h
5/7/2004	187	5,952	26,112	26,112	1,17504	20,8896	0,940032	0,0833	4	6h 31' 40"	5h 13' 20"
6/7/2004	188	9,505									
7/7/2004	189	8,352									
8/7/2004	190	6,144	24								
9/7/2004	191	8,832		24	1,08	19,2	0,864	0,0833	4	6h 00' 00"	4h 48' 00"
10/7/2004	192	8,64									
11/7/2004	193	8,64	26,112								
12/7/2004	194	11,52		26,112	1,17504	20,8896	0,940032	0,0833	4	6h 31' 40"	5h 13' 20"
13/7/2004	195	11,04									
14/7/2004	196	9,6	32,16								
15/7/2004	197	5,28		32,16	1,4472	25,728	1,15776	0,0833	4	8h 02' 24"	6h 25' 55"
16/7/2004	198	8,64									
17/7/2004	199	8,64									
18/7/2004	200	7,872	30,432								
19/7/2004	201	4,608		30,432	1,36944	24,3456	1,095552	0,0833	4	7h 36' 28"	6h 05' 11"
20/7/2004	202	8,64									
21/7/2004	203	7,68									
22/7/2004	204	7,68	28,608								
23/7/2004	205	6,72		28,608	1,28736	1,28736	1,029888	0,0833	4	7h 09' 07"	5h 43' 17"
24/7/2004	206	8,352									

Πίνακας 3.2. Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις Ε100%ΕΤ και Ε80%ΕΤ (συνέχεια)

1	2	3	4	5		6	7	8	9	10	11	12
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες I_n mm	Αθροισμα καθαρών αναγκών mm	Ε100%ΕΤ Δόση άρδευσης $m^3/στρ$		Ε100%ΕΤ Δόση άρδευσης $m^3/45m^2$	Ε80%ΕΤ Δόση άρδευσης $m^3/στρ$		$S_r/(3 \cdot S_e)$ η	I_{dh} $(q \cdot n)/(S_t \cdot S_e)$ mm/h	Ε100%ΕΤ Διάρκεια άρδευσης (5)/(10) h	Ε80%ΕΤ Διάρκεια άρδευσης (7)/(10) h
25/7/2004	207	6,048	21,12									
26/7/2004	208	7,2		21,12	0,9504		16,896	0,76032	0,0833	4	5h 16' 48"	4h 13' 26"
27/7/2004	209	0										
28/7/2004	210	6,24										
29/7/2004	211	6,72										
30/7/2004	212	5,76	25,92									
31/7/2004	213	4,8		25,92	1,1664		20,736	0,93312	0,0833	4	6h 28' 48"	5h 11' 02"
1/8/2004	214	7,68										
2/8/2004	215	7,68	20,16									
3/8/2004	216	5,76		20,16	0,9072		16,128	0,72526	0,0833	4	5h 02' 24"	4h 01' 55"
4/8/2004	217	6,72										
5/8/2004	218	5,28										
6/8/2004	219	4,8	22,56									
7/8/2004	220	4,8		22,56	1,0152		18,048	0,81216	0,0833	4	5h 38' 24"	4h 30' 43"
8/8/2004	221	5,28										
9/8/2004	222	5,76										
10/8/2004	223	6,72	22,56									
11/8/2004	224	5,76		22,56	1,0152		18,048	0,81216	0,0833	4	5h 38' 24"	4h 30' 43"
12/8/2004	225	4,8										
13/8/2004	226	7,2										

Πίνακας 3.2. Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις Ε100%ΕΤ και Ε80%ΕΤ (συνέχεια)

1	2	3	4	5		6	7	8	9	10	11	12
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες I_n mm	Άθροισμα καθαρών αναγκών mm	Ε100%ΕΤ Δόση άρδευσης $m^3/στρ$ $m^2/45m^2$		Ε80%ΕΤ Δόση άρδευσης $m^3/στρ$ $m^2/45m^2$		n $S_i/(3 \cdot S_a)$		I_{dh} $(q \cdot n)/(S_i \cdot S_a)$ mm/h	$E100\%ET$ Διάρκεια άρδευσης (5)/(10) h	$E80\%ET$ Διάρκεια άρδευσης (7)/(10) h
14/8/2004	227	7,2	24,96									
15/8/2004	228	7,68		24,96	1,1232	19,968	0,89856	0,0833		4	6h 14' 24"	4h 59' 31"
16/8/2004	229	0,96										
17/8/2004	230	4,8										
18/8/2004	231	6,24	19,68									
19/8/2004	232	7,2		19,68	0,8856	15,744	0,70848	0,0833		4	4h 55' 12"	3h 56' 09"
20/8/2004	233	8,64										
21/8/2004	234	8,64	24,48									
22/8/2004	235	7,68		24,48	1,1016	19,584	0,88128	0,0833		4	6h 07' 12"	4h 53' 45"
23/8/2004	236	5,76										
24/8/2004	237	8,16	21,6									
25/8/2004	238	5,28		21,6	0,972	17,28	0,7776	0,0833		4	5h 24' 00"	4h 19' 12"
26/8/2004	239	8,64										
27/8/2004	240	5,76	19,68									
28/8/2004	241	7,68		19,68	0,8856	15,744	0,70848	0,0833		4	4h 55' 12"	3h 56' 09"
29/8/2004	242	5,76										
30/8/2004	243	4,8										
31/8/2004	244	6,72	24,96									
1/9/2004	245	5,6		24,96	1,1232	19,968	0,89856	0,0833		4	6h 14' 24"	4h 59' 31"
2/9/2004	246	5,2										

Πίνακας 3.2. Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις E100%ET και E80%ET (συνέχεια)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες I_n	Αθροισμα καθαρών αναγκών	E100%ET Δόση άρδευσης $m^3/στρ$	E100%ET Δόση άρδευσης $m^3/45m^2$	E80%ET Δόση άρδευσης $m^3/στρ$	E80%ET Δόση άρδευσης $m^3/45m^2$	$S_p/(3 \cdot S_{\theta})$	$I_{\theta n}$ $(q \cdot n)/(S \cdot S_{\theta})$ mm/h	E100%ET Διάρκεια άρδευσης (5)/(10) h	E80%ET Διάρκεια άρδευσης (7)/(10) h
3/9/2004	247	3,6									
4/9/2004	248	2,4									
5/9/2004	249	2	18,8								
6/9/2004	250	2		18,8	0,846	15,04	0,6768	0,0833	4	4h 42' 00"	3h 45' 36"
7/9/2004	251	4,8								4	
8/9/2004	252	4									
9/9/2004	253	5,6									
10/9/2004	254	4,8	21,2								
11/9/2004	255	3,2		21,2	0,954	16,96	0,7632	0,0833	4	5h 18' 00"	4h 14' 24"
12/9/2004	256	2								4	
13/9/2004	257	3,6									
14/9/2004	258	4									
15/9/2004	259	1,6									
16/9/2004	260	4	18,4								
17/9/2004	261	3,2		18,4	0,828	14,72	0,6624	0,0833	4	4h 36' 00"	3h 40' 48"
18/9/2004	262	1,6								4	
19/9/2004	263	3,2									
20/9/2004	264	3,2									
21/9/2004	265	3,2									
22/9/2004	266	3,2									

Πίνακας 3.2. Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις E100%ET και E80%ET (συνέχεια)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες I_n mm	Άθροισμα καθαρών αναγκών mm	E100%ET		E80%ET		n $S_i/(3 \cdot S_e)$	I_{dh} $(q \cdot n)/(S_i \cdot S_e)$ mm/h	E100%ET Διάρκεια άρδευσης $(5)/(10)$ h	E80%ET Διάρκεια άρδευσης $(7)/(10)$ h
				$m^3/στρ$	$m^2/45m^2$	$m^3/στρ$	$m^2/45m^2$				
23/9/2004	267	4	21,6								
24/9/2004	268			21,6	0,972	17,28	07776	0,0833	4	5h 24' 00"	4h 19' 12"
25/9/2004	269										
26/9/2004	270										
27/9/2004	271										
28/9/2004	272										
29/9/2004	273										
30/9/2004	274										
1/10/2004	275										
2/10/2004	276										
3/10/2004	277										
4/10/2004	278										
5/10/2004	279										
6/10/2004	280										
7/10/2004	281										
8/10/2004	282										
9/10/2004	283										
10/10/2004	284										
11/10/2004	285										
12/10/2004	286										
Σύνολο		518,084	518,084	518,084	23,31378	414,4672	18,651024				

Παροχή σταλακτήρα: $q=3,6L/h$
Ισοποχή φυτών επί της σειράς: $S_r=0,15m$
Αριθμός σταλακτήρων ανά τρεις σειρές φυτών: $n= S_i/(3 \cdot S_e)=0,00833$
Ισοποχή σειρών φυτών: $S_r=0,50m$
Ισοποχή σταλακτήρων: $S_e=0,60m$

Η δόση και το εύρος άρδευσης πρέπει να βρίσκονται σε τέτοια επίπεδα, ώστε η περιεκτικότητα του εδάφους, όσον αφορά την υγρασία, να βρίσκεται κοντά στην Υδατοϊκανότητα (FC) και πάνω από το Σημείο Μόνιμης Μάρανσης (PWP). Η μέθοδος που καταλήγει στον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης, προϋποθέτει τον προσδιορισμό της Υδατοϊκανότητας, του Σημείου Μόνιμης Μάρανσης και του Φαινόμενου Ειδικού Βάρους του εδάφους του αγρού.

Στον πίνακα (Πίνακας 3.3.) που ακολουθεί φαίνονται τα:

- 1. Υδατοϊκανότητα (FC)
- 2. Σημείο Μόνιμης Μάρανσης (PWP)
- 3. Φαινόμενο Ειδικό Βάρος (ΦΕΒ)
- 4. Βάθος ριζικού συστήματος των φυτών (h)
- 5. Όριο εξάντλησης της εδαφικής υγρασίας (c)
- 6. Τιμή διαβροχής του εδάφους (P)
- 7. Συντελεστής εξαρτώμενος από την καλλιέργεια (f₁)
- 8. Συντελεστής εξαρτώμενος από τη φωτοσκίαση (f₂)
- 9. Εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (E_o)

	FC% κ.β.	PWP% κ.β.	ΦΕΒ g/m ³	h m	C	P	f ₁	f ₂	E _o
ΙΟΥΝΙΟΣ	21,2	11,64	1,23	0,60	0,60	0,53	0,75	0,60	6,37
ΙΟΥΛΙΟΣ	21,2	11,64	1,23	0,80	0,60	0,53	1,2	0,95	6,13
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	21,2	11,64	1,23	1,00	0,60	0,53	1,2	0,95	5,26
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	21,2	11,64	1,23	1,10	0,60	0,53	1,0	0,85	3,48

Πίνακας 3.3.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.4.) αναπαριστάται ο θεωρητικός τρόπος υπολογισμού της δόσης, του εύρους και της διάρκειας άρδευσης (Σακελλαρίου, 1993):

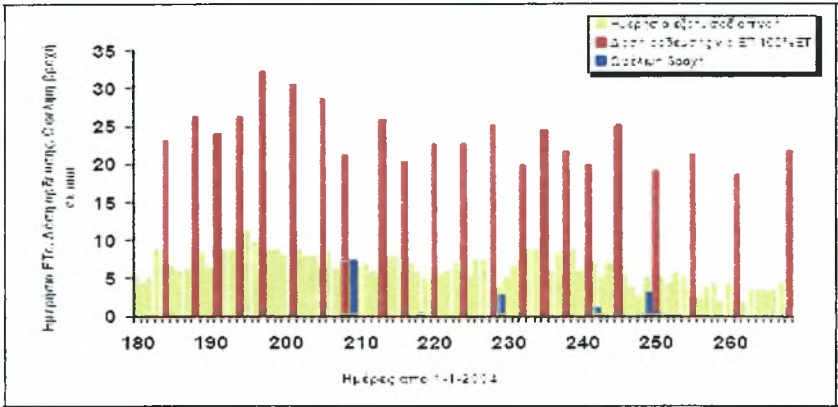
	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
$\Delta.Y.=[(FC-PWP)/100]*\Phi EB, \%κ.ο.$	11,7588	11,7588	11,7588	11,7588
$I_d=\Delta.Y.*h*c*P$	22,43	29,91	37,39	43,29
$I_{da}=I_d/0,95,$ mm ή m ³ /στρ	23,61	31,48	39,36	43,29
$I_{dh}=(q*n)/(S_t*S_r), mm/h$	4	4	4	4
$ET_d=E_o*f_1*f_2, mm/ημέρα$	2,87	6,99	6	2,96
$I_r=I_{da}/ET_d, ημέρες$	8,23	4,5	6,56	14,63
$I_t=I_{da}/I_{dh}, H$	5h 54' 00"	7h 52' 00"	9h 50' 24"	10h 48' 00"

Πίνακας 3.4. Θεωρητικός τρόπος υπολογισμού της δόσης, του εύρους και της διάρκειας άρδευσης

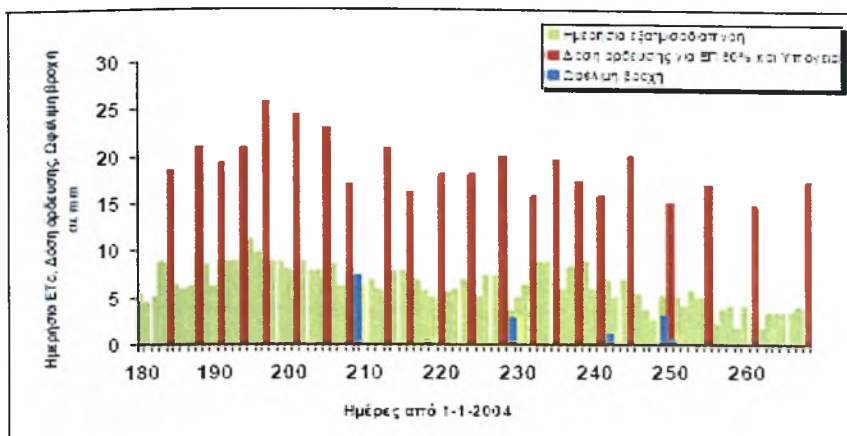
Παροχή σταλακτήρα: q=3,6L/h
 Ισαποχή σειρών φυτών: S_r=0,50m
 Ισαποχή φυτών επί της σειράς: S_t=0,15m
 Ισαποχή σταλακτήρων: S_e=0,60m
 Αριθμός σταλακτήρων ανά τρεις σειρές φυτών: n= S_r/(3*S_e)=0,00833

Συνολικά έγιναν 22 αρδεύσεις στις μεταχειρίσεις E100%ET και E80%ET.

Οι ολικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό σε σχέση με την ημερήσια εξατμισοδιαπνοή αναπαρίστανται στα σχήματα (Σχήμα 3.2α., Σχήμα 3.2β.):



Σχήμα 3.2α. Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή και συνολικές ανάγκες σε νερό στη μεταχείριση E100%ET



Σχήμα 3.2β. Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή και συνολικές ανάγκες σε νερό στη μεταχείριση Ε80%ΕΤ

Πίνακας 3.5. Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά το μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισίμερου

Εξάτμιση E_{pan} (mm)	$E100\%ET$ $I_{da100}=E_{pan}^{*0,8*K_c}$ (mm)	$E80\%ET$ $I_{da80}=I_{da100}^{*0,80}$ (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $N=S_t/(3*S_e)$	Ωρίσιο ύψος βροχής $I_{dh}=(q^{*}n)/(S_t*S_r)$ (mm/h)s	Διάρκεια άρδευσης $E100\%ET$ $I_t=I_{da100}/I_{dh}$ (h)	Διάρκεια άρδευσης $E80\%ET$ $I_t=I_{da80}/I_{dh}$ (h)
0	0	0	0,0833	4	0	0
1	0,6	0,48	0,0833	4	9' 00"	7' 12"
2	1,2	0,96	0,0833	4	18' 00"	14' 24"
3	1,8	1,44	0,0833	4	27' 00"	21' 36"
4	2,4	1,92	0,0833	4	36' 00"	28' 48"
5	3,0	2,40	0,0833	4	45' 00"	36' 00"
6	3,6	2,88	0,0833	4	54' 00"	43' 12"
7	4,2	3,36	0,0833	4	1h 03' 00"	50' 24"
8	4,8	3,84	0,0833	4	1h 12' 00"	57' 36"
9	5,4	4,32	0,0833	4	1h 21' 00"	1h 04' 48"
10	6,0	4,80	0,0833	4	1h 30' 00"	1h 12' 00"
11	6,6	5,28	0,0833	4	1h 39' 00"	1h 19' 12"
12	7,2	5,76	0,0833	4	1h 48' 00"	1h 26' 24"
13	7,8	6,24	0,0833	4	1h 57' 00"	1h 33' 36"
14	8,4	6,72	0,0833	4	2h 06' 00"	1h 40' 48"
15	9,0	7,20	0,0833	4	2h 15' 00"	1h 48' 00"
16	9,6	7,68	0,0833	4	2h 24' 00"	1h 55' 12"
17	10,2	8,16	0,0833	4	2h 33' 00"	2h 02' 24"
18	10,8	8,64	0,0833	4	2h 42' 00"	2h 09' 36"
19	11,4	9,12	0,0833	4	2h 51' 00"	2h 16' 48"
20	12,0	9,60	0,0833	4	3h 00' 00"	2h 24' 00"

Πίνακας 3.5. Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά το μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισιμερου (συνέχεια)

Εξάτμιση E_{pan} (mm)	E100%ET $I_{da100}=E_{pan}*0,8*K_c$ (mm)	E80%ET $I_{da80}=I_{da100}*0,80$ (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $N=S_f/(3*S_e)$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dm}=(q*n)/(S_t*S_r)$ (mm/h)s	Διάρκεια άρδευσης E100%ET $I_r=I_{da100}/I_{dh}$ (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET $I_r=I_{da80}/I_{dh}$ (h)
21	12,60	10,08	0,0833	4	3h 09' 00"	2h 31' 12"
22	13,20	10,56	0,0833	4	3h 18' 00"	2h 38' 24"
23	13,80	11,04	0,0833	4	3h 27' 00"	2h 45' 36"
24	14,40	11,52	0,0833	4	3h 36' 00"	2h 52' 48"
25	15,00	12,00	0,0833	4	3h 45' 00"	3h 00' 00"
26	15,60	12,48	0,0833	4	3h 54' 00"	3h 07' 12"
27	16,20	12,96	0,0833	4	4h 03' 00"	3h 14' 24"
28	16,80	13,44	0,0833	4	4h 12' 00"	3h 21' 36"
29	17,40	13,92	0,0833	4	4h 21' 00"	3h 28' 48"
30	18,00	14,40	0,0833	4	4h 30' 00"	3h 36' 00"
31	18,60	14,88	0,0833	4	4h 39' 00"	3h 43' 12"
32	19,20	15,36	0,0833	4	4h 48' 00"	3h 50' 24"
33	19,80	15,84	0,0833	4	4h 57' 00"	3h 57' 36"
34	20,40	16,32	0,0833	4	5h 06' 00"	4h 04' 48"
35	21,00	16,80	0,0833	4	5h 15' 00"	4h 12' 00"
36	21,60	17,28	0,0833	4	5h 24' 00"	4h 19' 12"
37	22,20	17,76	0,0833	4	5h 33' 00"	4h 26' 24"
38	22,80	18,24	0,0833	4	5h 42' 00"	4h 33' 36"
39	23,40	18,72	0,0833	4	5h 51' 00"	4h 40' 48"
40	24,00	19,20	0,0833	4	6h 00' 00"	4h 48' 00"

Πίνακας 3.5. Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά το μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισίμερου (συνέχεια)

Εξάτμιση E_{pan} (mm)	$E100\%ET$ $I_{da100}=E_{pan}*0,8*K_c$ (mm)	$E80\%ET$ $I_{da80}=I_{da100}*0,80$ (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $N=S_t/(3*S_e)$	Ωρίσιο ύψος βροχής $I_{dh}=(q*n)/(S_t*S_r)$ (mm/h)s	Διάρκεια άρδευσης $E100\%ET$ $I_t=I_{da100}/I_{dh}$ (h)	Διάρκεια άρδευσης $E80\%ET$ $I_t=I_{da80}/I_{dh}$ (h)
41	24,60	19,68	0,0833	4	6h 09' 00"	4h 55' 12"
42	25,20	20,16	0,0833	4	6h 18' 00"	5h 02' 24"
43	25,80	20,64	0,0833	4	6h 27' 00"	5h 09' 36"
44	26,40	21,12	0,0833	4	6h 36' 00"	5h 16' 48"
45	27,00	21,60	0,0833	4	6h 45' 00"	5h 24' 00"
46	27,60	22,08	0,0833	4	6h 54' 00"	5h 31' 12"
47	28,20	22,56	0,0833	4	7h 03' 00"	5h 38' 24"
48	28,80	23,04	0,0833	4	7h 12' 00"	5h 45' 36"
49	29,40	23,52	0,0833	4	7h 21' 00"	5h 52' 48"
50	30,00	24,00	0,0833	4	7h 30' 00"	6h 00' 00"
51	30,60	24,48	0,0833	4	7h 39' 00"	6h 07' 12"
52	31,20	24,96	0,0833	4	7h 48' 00"	6h 14' 24"
53	31,80	25,44	0,0833	4	7h 57' 00"	6h 21' 36"
54	32,40	25,92	0,0833	4	8h 06' 00"	6h 28' 48"
55	33,00	26,40	0,0833	4	8h 15' 00"	6h 36' 00"
56	33,60	26,88	0,0833	4	8h 24' 00"	6h 43' 12"
57	34,20	27,36	0,0833	4	8h 33' 00"	6h 50' 24"
58	34,80	27,84	0,0833	4	8h 42' 00"	6h 57' 36"
59	35,40	28,32	0,0833	4	8h 51' 00"	7h 04' 48"
60	36,00	28,80	0,0833	4	9h 00' 00"	7h 12' 00"

Πίνακας 3.5. Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά το μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισίμερου (συνέχεια)

Εξάτμιση E_{pan} (mm)	E100%ET $I_{da100}=E_{pan} \cdot 0,8 \cdot K_c$ (mm)	E80%ET $I_{da80}=I_{da100} \cdot 0,80$ (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $N=S_r/(3 \cdot S_e)$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dn}=(q \cdot \eta)/(S_r \cdot S_e)$ (mm/h)s	Διάρκεια άρδευσης E100%ET $I_r=I_{da100}/I_{dh}$ (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET $I_r=I_{da80}/I_{dh}$ (h)
61	36,60	29,28	0,0833	4	9h 09' 00"	7h 19' 12"
62	37,20	29,76	0,0833	4	9h 18' 00"	7h 26' 24"
63	37,80	30,24	0,0833	4	9h 27' 00"	7h 33' 36"
64	38,40	30,72	0,0833	4	9h 36' 00"	7h 40' 48"
65	39,00	31,20	0,0833	4	9h 45' 00"	7h 48' 00"
66	39,60	31,68	0,0833	4	9h 54' 00"	7h 55' 12"
67	40,20	32,16	0,0833	4	10h 03' 00"	8h 02' 24"
68	40,80	32,64	0,0833	4	10h 12' 00"	8h 09' 36"
69	41,40	33,12	0,0833	4	10h 21' 00"	8h 16' 48"
70	42,00	33,60	0,0833	4	10h 30' 00"	8h 24' 00"
71	42,60	34,08	0,0833	4	10h 39' 00"	8h 31' 12"
72	43,20	34,56	0,0833	4	10h 48' 00"	8h 38' 24"
73	43,80	35,04	0,0833	4	10h 57' 00"	8h 45' 36"
74	44,40	35,52	0,0833	4	11h 06' 00"	8h 52' 48"
75	45,00	36,00	0,0833	4	11h 15' 00"	9h 00' 00"
76	45,60	36,48	0,0833	4	11h 24' 00"	9h 07' 12"
77	46,20	36,96	0,0833	4	11h 33' 00"	9h 14' 24"
78	46,80	37,44	0,0833	4	11h 42' 00"	9h 21' 36"
79	47,40	37,92	0,0833	4	11h 51' 00"	9h 28' 48"
80	48,00	38,40	0,0833	4	12h 00' 00"	9h 36' 00"

Συντελεστής εξατμισίμετρου: $K_p=0,8$
Φυτικός συντελεστής: $K_c=0,75$
Παροχή σταλακτήρα: $q=3,6L/h$
Ισποχή σειρών φυτών: $S_r=0,50m$
Ισποχή φυτών επί της σειράς: $S_r=0,15m$
Ισποχή σταλακτήρων: $S_e=0,60m$

Πίνακας 3.6. Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τους μήνες Ιούλιο-Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισιμέρου

Εξάτμιση E_{pan} (mm)	$E100\%ET$ $I_{da100}=E_{pan}*0,8*K_c$ (mm)	$E80\%ET$ $I_{da80}=I_{da100}*0,80$ (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $N=S_i/(3*S_e)$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dh}=(q*n)/(S_i*S_r)$ (mm/h)s	Διάρκεια άρδευσης $E100\%ET$ $I_t=I_{da100}/I_{dh}$ (h)	Διάρκεια άρδευσης $E80\%ET$ $I_t=I_{da80}/I_{dh}$ (h)
0	0,00	0,00	0,0833	4	0	0
1	0,96	0,77	0,0833	4	14' 24"	11' 31"
2	1,92	1,54	0,0833	4	28' 48"	23' 02"
3	2,88	2,30	0,0833	4	43' 12"	34' 34"
4	3,84	3,07	0,0833	4	57' 36"	46' 05"
5	4,80	3,84	0,0833	4	1h 12' 00"	57' 36"
6	5,76	4,61	0,0833	4	1h 26' 24"	1h 09' 07"
7	6,72	5,38	0,0833	4	1h 40' 48"	1h 20' 38"
8	7,68	6,14	0,0833	4	1h 55' 12"	1h 32' 10"
9	8,64	6,91	0,0833	4	2h 09' 36"	1h 43' 41"
10	9,60	7,68	0,0833	4	2h 24' 00"	1h 55' 12"
11	10,56	8,45	0,0833	4	2h 38' 24"	2h 06' 43"
12	11,52	9,22	0,0833	4	2h 52' 48"	2h 18' 14"
13	12,48	9,98	0,0833	4	3h 07' 12"	2h 29' 46"
14	13,44	10,75	0,0833	4	3h 21' 36"	2h 41' 17"
15	14,40	11,52	0,0833	4	3h 36' 00"	2h 52' 48"
16	15,36	12,29	0,0833	4	3h 50' 24"	3h 04' 19"
17	16,32	13,06	0,0833	4	4h 04' 48"	3h 15' 50"
18	17,28	13,82	0,0833	4	4h 19' 12"	3h 27' 22"
19	18,24	14,59	0,0833	4	4h 33' 36"	3h 38' 53"
20	19,20	15,36	0,0833	4	4h 48' 00"	3h 50' 24"

Πίνακας 3.6. Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τους μήνες Ιούλιο-Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισιμέρου (συνέχεια)

Εξάτμιση E_{pan} (mm)	$E100\%ET$ $I_{da100}=E_{pan} \cdot 0,8 \cdot K_c$ (mm)	$E80\%ET$ $I_{da80}=I_{da100} \cdot 0,80$ (mm)	Στιλάκτες ανά φυτό $N=S_f/(3 \cdot S_e)$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{ah}=(q \cdot n)/(S_f \cdot S_r)$ (mm/h/s)	Διάρκεια άρδευσης $E100\%ET$ $I_r=I_{da100}/I_{ah}$ (h)	Διάρκεια άρδευσης $E80\%ET$ $I_r=I_{da80}/I_{ah}$ (h)
21	20,16	16,13	0,0833	4	5h 02' 24"	4h 01' 55"
22	21,12	16,90	0,0833	4	5h 16' 48"	4h 13' 26"
23	22,08	17,66	0,0833	4	5h 31' 12"	4h 24' 58"
24	23,04	18,43	0,0833	4	5h 45' 36"	4h 36' 29"
25	24,00	19,20	0,0833	4	6h 00' 00"	4h 48' 00"
26	24,96	19,97	0,0833	4	6h 14' 24"	4h 59' 31"
27	25,92	20,74	0,0833	4	6h 28' 48"	5h 11' 04"
28	26,88	21,50	0,0833	4	6h 43' 12"	5h 22' 34"
29	27,84	22,27	0,0833	4	6h 57' 36"	5h 34' 05"
30	28,80	23,04	0,0833	4	7h 12' 00"	5h 45' 36"
31	29,76	23,81	0,0833	4	7h 26' 24"	5h 57' 07"
32	30,72	24,58	0,0833	4	7h 40' 48"	6h 08' 38"
33	31,68	25,34	0,0833	4	7h 55' 12"	6h 20' 10"
34	32,64	26,11	0,0833	4	8h 09' 36"	6h 31' 41"
35	33,60	26,88	0,0833	4	8h 24' 00"	6h 43' 12"
36	34,56	27,65	0,0833	4	8h 38' 24"	6h 54' 43"
37	35,52	28,42	0,0833	4	8h 52' 48"	7h 06' 14"
38	36,48	29,18	0,0833	4	9h 07' 12"	7h 17' 46"
39	37,44	29,95	0,0833	4	9h 21' 36"	7h 29' 17"
40	38,40	30,72	0,0833	4	9h 36' 00"	7h 40' 48"

Πίνακας 3.6. Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τους μήνες Ιούλιο-Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισιμέρου (συνέχεια)

Εξάτμιση E_{pan} (mm)	$E100\%ET$ $I_{da100}=E_{pan} \cdot 0,8 \cdot K_c$ (mm)	$E80\%ET$ $I_{da80}=I_{da100} \cdot 0,80$ (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $N=S_f/(3 \cdot S_e)$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{oh}=(q \cdot n)/(S_f \cdot S_r)$ (mm/h)s	Διάρκεια άρδευσης $E100\%ET$ $I_f=I_{da100}/I_{oh}$ (h)	Διάρκεια άρδευσης $E80\%ET$ $I_f=I_{da80}/I_{oh}$ (h)
41	39,36	31,49	0,0833	4	9h 50' 24"	7h 52' 12"
42	40,32	32,26	0,0833	4	10h 04' 48"	8h 03' 50"
43	41,28	33,02	0,0833	4	10h 19' 12"	8h 15' 22"
44	42,24	33,79	0,0833	4	10h 33' 36"	8h 26' 53"
45	43,20	34,56	0,0833	4	10h 48' 00"	8h 38' 24"
46	44,16	35,33	0,0833	4	11h 02' 24"	8h 49' 55"
47	45,12	36,10	0,0833	4	11h 16' 48"	9h 01' 26"
48	46,08	36,86	0,0833	4	11h 31' 12"	9h 12' 58"
49	47,04	37,63	0,0833	4	11h 45' 36"	9h 24' 29"
50	48,00	38,40	0,0833	4	12h 00' 00"	9h 36' 00"
51	48,96	39,17	0,0833	4	12h 14' 24"	9h 47' 24"
52	49,92	39,94	0,0833	4	12h 28' 48"	9h 58' 48"
53	50,88	40,70	0,0833	4	12h 43' 12"	10h 10' 48"
54	51,84	41,47	0,0833	4	12h 57' 36"	10h 22' 12"
55	52,80	42,24	0,0833	4	12h 12' 00"	10h 33' 36"
56	53,76	43,01	0,0833	4	13h 26' 24"	10h 45' 00"
57	54,72	43,78	0,0833	4	13h 40' 48"	10h 56' 24"
58	55,68	44,54	0,0833	4	13h 55' 12"	11h 08' 24"
59	56,64	45,31	0,0833	4	14h 09' 36"	11h 19' 48"
60	57,60	46,08	0,0833	4	14h 24' 00"	11h 31' 12"

Πίνακας 3.6. Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τους μήνες Ιούλιο-Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισιμέτρου (συνέχεια)

Εξάτμιση E_{pan} (mm)	$E100\%ET$ $I_{da100}=E_{pan} \cdot 0,8 \cdot K_c$ (mm)	$E80\%ET$ $I_{da80}=I_{da100} \cdot 0,80$ (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $N=S_f/(3 \cdot S_a)$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dh}=(q \cdot n)/(S_f \cdot S_a)$ (mm/h)s	Διάρκεια άρδευσης $E100\%ET$ $I_r=I_{da100}/I_{dh}$ (h)	Διάρκεια άρδευσης $E80\%ET$ $I_r=I_{da80}/I_{dh}$ (h)
61	58,56	46,85	0,0833	4	14h 38' 24"	11h 42' 36"
62	59,52	47,62	0,0833	4	14h 52' 48"	11h 54' 00"
63	60,48	48,38	0,0833	4	15h 07' 12"	12h 06' 00"
64	61,44	49,15	0,0833	4	15h 21' 36"	12h 17' 24"
65	62,40	49,92	0,0833	4	15h 36' 00"	12h 28' 48"
66	63,36	50,69	0,0833	4	15h 50' 24"	12h 40' 12"
67	64,32	51,46	0,0833	4	16h 04' 48"	12h 51' 36"
68	65,28	52,22	0,0833	4	16h 19' 12"	13h 03' 36"
69	66,24	52,99	0,0833	4	16h 33' 36"	13h 15' 00"
70	67,20	53,76	0,0833	4	16h 48' 00"	13h 26' 24"
71	68,16	54,53	0,0833	4	17h 02' 24"	13h 37' 48"
72	69,12	55,30	0,0833	4	17h 16' 48"	13h 49' 12"
73	70,08	56,06	0,0833	4	17h 45' 36"	14h 01' 12"
74	71,04	56,83	0,0833	4	17h 45' 36"	14h 12' 36"
75	72,00	57,60	0,0833	4	18h 00' 00"	14h 24' 00"
76	72,96	58,37	0,0833	4	18h 14' 24"	14h 35' 24"
77	73,92	59,14	0,0833	4	18h 28' 48"	14h 46' 48"
78	74,88	59,90	0,0833	4	18h 43' 12"	14h 58' 48"
79	75,84	60,67	0,0833	4	18h 57' 36"	15h 10' 12"
80	76,80	61,44	0,0833	4	19h 12' 00"	15h 21' 36"

Συντελεστής εξατμισιμέτρου: $K_p=0,8$
 Φυτικός συντελεστής: $K_c=1,2$
 Παροχή σταλακτήρα: $q=3,6L/h$
 Ισποχή σειρών φυτών: $S_f=0,50m$
 Ισποχή φυτών επί της σειράς: $S_r=0,15m$
 Ισποχή σταλακτήρων: $S_a=0,60m$

Πίνακας 3.7. Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά το μήνα Σεπτέμβριο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισιμέρου

Εξάτμιση E_{pan} (mm)	$E100\%ET$ $I_{da100}=E_{pan} \cdot 0,8 \cdot K_c$ (mm)	$E80\%ET$ $I_{da80}=I_{da100} \cdot 0,80$ (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $N=S_f/(3 \cdot S_a)$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dh}=(q \cdot n)/(S_f \cdot S_a)$ (mm/h)s	Διάρκεια άρδευσης $E100\%ET$ $I_t=I_{da100}/I_{dh}$ (h)	Διάρκεια άρδευσης $E80\%ET$ $I_t=I_{da80}/I_{dh}$ (h)
0	0,00	0,00	0,0833	4	0	0
1	0,80	0,64	0,0833	4	12' 00"	09' 36"
2	1,60	1,28	0,0833	4	24' 00"	19' 12"
3	2,40	1,92	0,0833	4	36' 00"	28' 48"
4	3,20	2,56	0,0833	4	48' 00"	38' 24"
5	4,00	3,20	0,0833	4	1h 00' 00"	48' 00"
6	4,80	3,84	0,0833	4	1h 12' 00"	57' 36"
7	5,60	4,48	0,0833	4	1h 24' 00"	1h 07' 12"
8	6,40	5,12	0,0833	4	1h 36' 00"	1h 16' 48"
9	7,20	5,76	0,0833	4	1h 48' 00"	1h 26' 24"
10	8,00	6,40	0,0833	4	2h 00' 00"	1h 36' 00"
11	8,80	7,04	0,0833	4	2h 12' 00"	1h 45' 36"
12	9,60	7,68	0,0833	4	2h 24' 00"	1h 55' 12"
13	10,40	8,32	0,0833	4	2h 36' 00"	2h 04' 48"
14	11,20	8,96	0,0833	4	2h 48' 00"	2h 14' 24"
15	12,00	9,60	0,0833	4	3h 00' 00"	2h 24' 00"
16	12,80	10,24	0,0833	4	3h 12' 00"	2h 33' 36"
17	13,60	10,88	0,0833	4	3h 24' 00"	2h 43' 12"
18	14,40	11,52	0,0833	4	3h 36' 00"	2h 52' 48"
19	15,20	12,16	0,0833	4	3h 48' 00"	3h 02' 24"
20	16,00	12,80	0,0833	4	4h 00' 00"	3h 12' 00"

Πίνακας 3.7. Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά το μήνα Σεπτέμβριο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισιμέρου (συνέχεια)

Εξάτμιση E_{pan} (mm)	E100%ET $I_{da100}=E_{pan}^{*0,8^{*}K_c}$ (mm)	E80%ET $I_{da80}=I_{da100}^{*0,80}$ (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $N=S_f/(3^{*}S_e)$	Ωριοίς ύψος βροχής $I_{oh}=(q^{*}n)/(S_f^{*}S_r)$ (mm/h)s	Διάρκεια άρδευσης E100%ET $t_r=I_{da100}/I_{oh}$ (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET $t_r=I_{da80}/I_{oh}$ (h)
21	16,80	13,44	0,0833	4	4h 12' 00"	3h 21' 36"
22	17,60	14,08	0,0833	4	4h 24' 00"	3h 31' 12"
23	18,40	14,72	0,0833	4	4h 36' 00"	3h 40' 48"
24	19,20	15,36	0,0833	4	4h 48' 00"	3h 50' 24"
25	20,00	16,00	0,0833	4	5h 00' 00"	4h 00' 00"
26	20,80	16,64	0,0833	4	5h 12' 00"	4h 09' 36"
27	21,60	17,28	0,0833	4	5h 24' 00"	4h 19' 12"
28	22,40	17,92	0,0833	4	5h 36' 00"	4h 28' 48"
29	23,20	18,56	0,0833	4	5h 48' 00"	4h 38' 24"
30	24,00	19,20	0,0833	4	6h 00' 00"	4h 48' 00"
31	24,80	19,84	0,0833	4	6h 12' 00"	4h 57' 36"
32	25,60	20,48	0,0833	4	6h 24' 00"	5h 07' 20"
33	26,40	21,12	0,0833	4	6h 36' 00"	5h 16' 48"
34	27,20	21,76	0,0833	4	6h 48' 00"	5h 26' 24"
35	28,00	22,40	0,0833	4	7h 00' 00"	5h 36' 00"
36	28,80	23,04	0,0833	4	7h 12' 00"	5h 45' 36"
37	29,60	23,68	0,0833	4	7h 24' 00"	5h 55' 12"
38	30,40	24,32	0,0833	4	7h 36' 00"	6h 04' 48"
39	31,20	24,96	0,0833	4	7h 48' 00"	6h 14' 24"
40	32,00	25,60	0,0833	4	8h 00'00"	6h 24' 00"

Πίνακας 3.7. Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευλων κατά το μήνα Σεπτέμβριο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισίμερου (συνέχεια)

Εξάτμιση E_{pan} (mm)	$E100\%ET$ $I_{da100}=E_{pan} \cdot 0,8 \cdot K_c$ (mm)	$E80\%ET$ $I_{da80}=I_{da100} \cdot 0,80$ (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $N=S_f/(3 \cdot S_a)$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dh}=(q \cdot n)/(S_f \cdot S_r)$ (mm/h)s	Διάρκεια άρδευσης $E100\%ET$ $I_t=I_{da100}/I_{dh}$ (h)	Διάρκεια άρδευσης $E80\%ET$ $I_t=I_{da80}/I_{dh}$ (h)
41	32,80	26,24	0,0833	4	8h 12' 00"	6h 33' 36"
42	33,60	26,88	0,0833	4	8h 24' 00"	6h 43' 12"
43	34,40	27,52	0,0833	4	8h 36' 00"	6h 52' 48"
44	35,20	28,16	0,0833	4	8h 48' 00"	7h 02' 24"
45	36,00	28,80	0,0833	4	9h 00' 00"	7h 12' 00"
46	36,80	29,44	0,0833	4	9h 12' 00"	7h 21' 36"
47	37,60	30,08	0,0833	4	9h 24' 00"	7h 31' 12"
48	38,40	30,72	0,0833	4	9h 36' 00"	7h 40' 48"
49	39,20	31,36	0,0833	4	9h 48' 00"	7h 50' 24"
50	40,00	32,00	0,0833	4	10h 00' 00"	8h 00' 00"
51	40,80	32,64	0,0833	4	10h 12' 00"	8h 09' 36"
52	41,60	33,28	0,0833	4	10h 24' 00"	8h 19' 12"
53	42,40	33,92	0,0833	4	10h 36' 00"	8h 28' 48"
54	43,20	34,56	0,0833	4	10h 48' 00"	8h 38' 24"
55	44,00	35,20	0,0833	4	11h 00' 00"	8h 48' 00"
56	44,80	35,84	0,0833	4	11h 12' 00"	8h 57' 36"
57	45,60	36,48	0,0833	4	11h 24' 00"	9h 07' 12"
58	46,40	37,12	0,0833	4	11h 36' 00"	9h 16' 48"
59*	47,20	37,76	0,0833	4	11h 48' 00"	9h 26' 24"
60	48,00	38,40	0,0833	4	12h 00' 00"	9h 36' 00"

Πίνακας 3.7. Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά το μήνα Σεπτέμβριο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισίμερου (συνέχεια)

Εξάτμιση E_{pan} (mm)	$E100\%ET$ $I_{da100}=E_{pan} \cdot 0,8 \cdot K_c$ (mm)	$E80\%ET$ $I_{da80}=I_{da100} \cdot 0,80$ (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $N=S_i/(3 \cdot S_e)$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dh}=(q \cdot n)/(S_i \cdot S_r)$ (mm/h)s	Διάρκεια άρδευσης $E100\%ET$ $I_r=I_{da100}/I_{dh}$ (h)	Διάρκεια άρδευσης $E80\%ET$ $I_r=I_{da80}/I_{dh}$ (h)
61	48,80	39,04	0,0833	4	12h 12' 00"	9h 45' 36"
62	49,60	39,68	0,0833	4	12h 24' 00"	9h 55' 12"
63	50,40	40,32	0,0833	4	12h 36' 00"	10h 04' 48"
64	51,20	40,96	0,0833	4	12h 48' 00"	10h 14' 24"
65	52,00	41,60	0,0833	4	13h 00' 00"	10h 24' 00"
66	52,80	42,24	0,0833	4	13h 12' 00"	10h 33' 36"
67	53,60	42,88	0,0833	4	13h 24' 00"	10h 43' 20"
68	54,40	43,52	0,0833	4	13h 36' 00"	10h 52' 48"
69	55,20	44,16	0,0833	4	13h 48' 00"	11h 02' 24"
70	56,00	44,80	0,0833	4	14h 00' 00"	11h 12' 00"
71	56,80	45,44	0,0833	4	14h 12' 00"	11h 21' 36"
72	57,60	46,08	0,0833	4	14h 24' 00"	11h 31' 12"
73	58,40	46,72	0,0833	4	14h 36' 00"	11h 40' 48"
74	59,20	47,36	0,0833	4	14h 48' 00"	11h 50' 24"
75	60,00	48,00	0,0833	4	15h 00' 00"	12h 00' 00"
76	60,80	48,64	0,0833	4	15h 12' 00"	12h 09' 36"
77	61,60	49,28	0,0833	4	15h 24' 00"	12h 19' 12"
78	62,40	49,92	0,0833	4	15h 36' 00"	12h 28' 48"
79	63,20	50,56	0,0833	4	15h 48' 00"	12h 38' 24"
80	64,00	51,20	0,0833	4	16h 00' 00"	12h 48' 00"

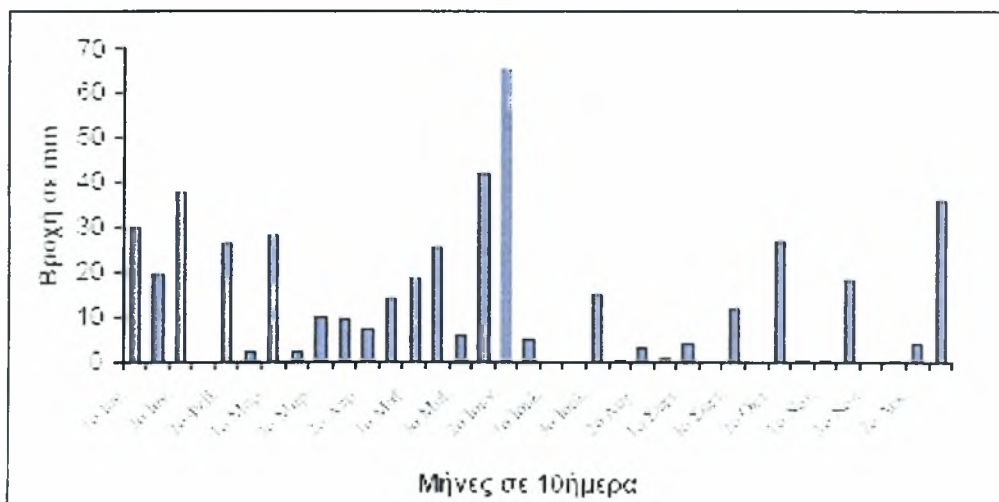
Συντελεστής εξατμισίμετρου: $K_p=0,8$
Φυτικός συντελεστής: $K_c=1$
Παροχή σταλακτήρα: $q=3,6L/h$
Ισοποχή σειρών φυτών: $S_r=0,50m$
Ισοποχή φυτών επί της σειράς: $S_i=0,15m$
Ισοποχή σταλακτήρων: $S_e=0,60m$

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1. Κλιματικά δεδομένα

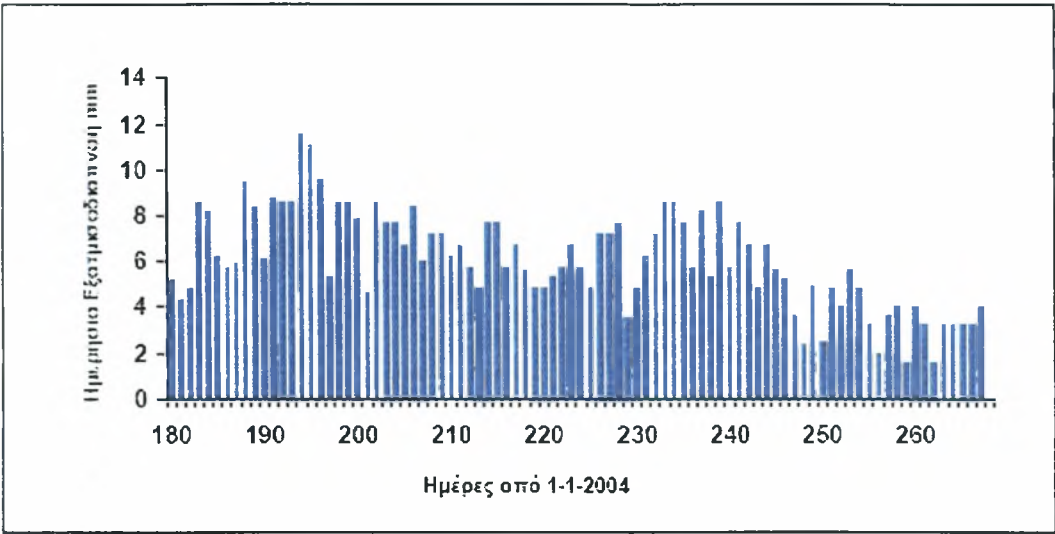
Σχετικά με τη βροχόπτωση (Σχήμα 4.1.) παρατηρήθηκαν τα εξής:

1. Κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου, πραγματοποιήθηκαν επτά βροχοπτώσεις. Τη μεγαλύτερη ένταση την είχε αυτή της 24/7/2004 με 6,29mm.
2. Η συνολική βροχόπτωση ήταν 24,7mm.
3. Κατά την κύρια αρδευτική περίοδο οι βροχοπτώσεις ήταν μειωμένες με συνέπεια οι ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό να καλυφθούν κύρια μέσω των αρδεύσεων. Επιπροσθέτως, με αυτόν τον τρόπο πραγματοποιήθηκε καλύτερη αξιολόγηση της μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε για την άρδευση.



Σχήμα 4.1. Τιμές βροχόπτωσης ανά δεκαήμερο του έτους 2004

Η ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας παρουσιάζεται παρακάτω (Σχήμα 4.2.):



Σχήμα 4.2. Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας

4.2. Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας

Σύμφωνα με τους πίνακες (Πίνακας 4.1α., 4.1β., 4.1γ., 4.1δ., 4.1ε., 4.1στ., 4.1ζ.) παρατηρούμε ότι ο Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας λαμβάνει τη μέγιστη τιμή του κατά την 3^η μέτρηση στις 22/7/2004. Στη συνέχεια αυτός μειώνεται, πιθανότατα λόγω των υψηλών θερμοκρασιών, για να σταθεροποιηθεί μετά την 6^η μέτρηση. Αν εξαιρεθεί η 1^η μέτρηση, όπου οι μεταχειρίσεις E80%ET παρουσίασαν μεγαλύτερο Δ.Φ.Ε., στις υπόλοιπες υπερείχε ο Δ.Φ.Ε. των μεταχειρίσεων E100%ET (Σχήμα 4.3.).

1 ^η Μέτρηση LAI	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 Επαναληπτικών Μετρήσεων	ΕΣΔ _{0,05}	CV(%)
22/6/2004	E100%ET	2,10	-	16,54%
63 μέρες μετά τη σπορά	E80%ET	2,40		

Πίνακας 4.1α. 1^η μέτρηση LAI

2 ^η Μέτρηση LAI	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρήσεων	ΕΣΔ _{0,05}	CV(%)
7/7/2004	E100%ET	4,20	-	14,60%
78 μέρες μετά τη σπορά	E80%ET	4,05		

Πίνακας 4.1β. 2^η μέτρηση LAI

3 ^η Μέτρηση LAI	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 Επαναληπτικών Μετρήσεων	ΕΣΔ _{0,05}	CV(%)
22/7/2004	E100%ET	4,80	0,4968	7,43%
93 μέρες μετά τη σπορά	E80%ET	4,50		

Πίνακας 4.1γ. 3^η μέτρηση LAI

4 ^η Μέτρηση LAI	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 Επαναληπτικών Μετρήσεων	ΕΣΔ _{0,05}	CV(%)
6/8/2004	E100%ET	4,50	0,6518	10,06%
108 μέρες μετά τη σπορά	E80%ET	4,40		

Πίνακας 4.1δ. 4^η μέτρηση LAI

5 ^η Μέτρηση LAI	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 Επαναληπτικών Μετρήσεων	ΕΣΔ _{0,05}	CV(%)
23/8/2004	E100%ET	4,00	-	10,36%
125 μέρες μετά τη σπορά	E80%ET	3,90		

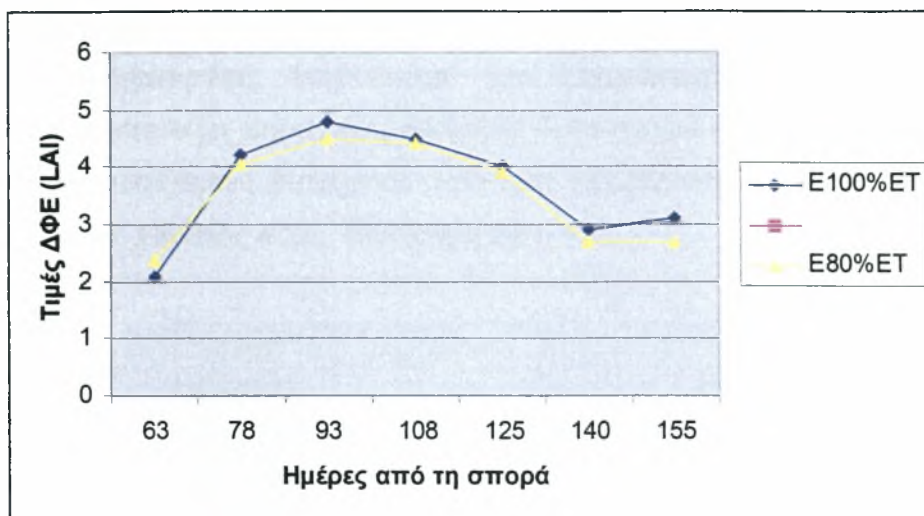
Πίνακας 4.1ε. 5^η μέτρηση LAI

6 ^η Μέτρηση LAI	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 Επαναληπτικών Μετρήσεων	ΕΣΔ _{0,05}	CV(%)
7/9/2004	E100%ET	2,90	-	14,64%
140 μέρες μετά τη σπορά	E80%ET	2,70		

Πίνακας 4.1στ. 6^η μέτρηση LAI

7 ^η Μέτρηση LAI	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 Επαναληπτικών Μετρήσεων	ΕΣΔ _{0,05}	CV(%)
22/9/2004	E100%ET	3,10	-	10,76%
155 μέρες μετά τη σπορά	E80%ET	2,70		

Πίνακας 4.1ζ. 7^η μέτρηση LAI

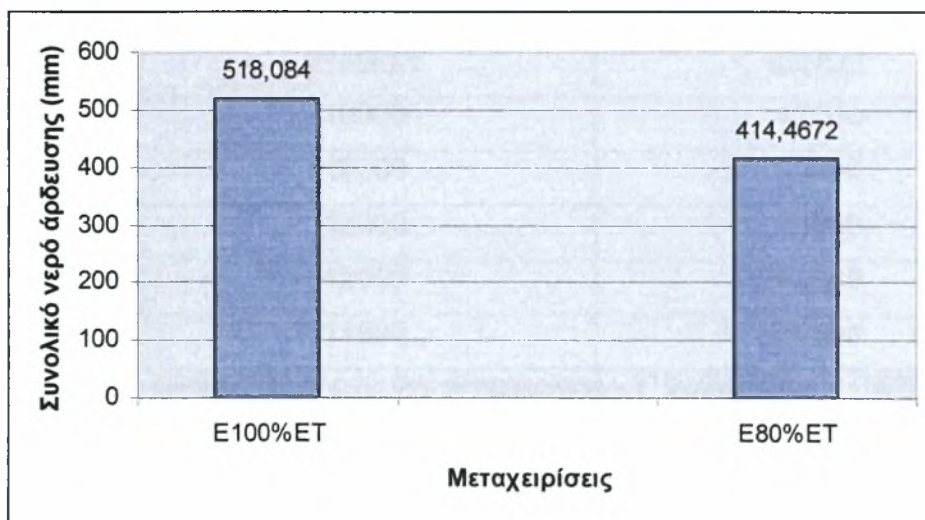


Σχήμα 4.3. Εξέλιξη του ΔΦΕ (LAI) κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου

4.3. Νερό που χορηγήθηκε στις μεταχειρίσεις

Στη μεταχείριση E100%ET χορηγήθηκε η μεγαλύτερη ποσότητα νερού καθώς αυτή δέχτηκε το 100% των καθαρών αναγκών της. Η συνολική ποσότητα ανήλθε στα 518,084mm.

Η μεταχείριση E80%ET δέχτηκε 414,4672mm (Σχήμα 4.4.).

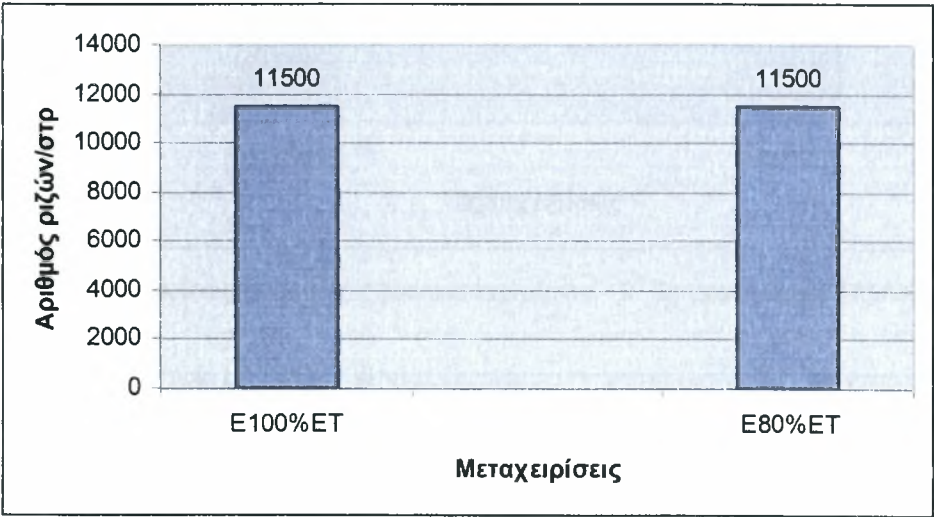


Σχήμα 4.4. Συνολικό νερό που χορηγήθηκε με τη μέθοδο της στάγδην άρδευσης σε κάθε μεταχείριση

4.4. Αποτελέσματα δειγματοληψιών

4.4.1. Αριθμός ριζών

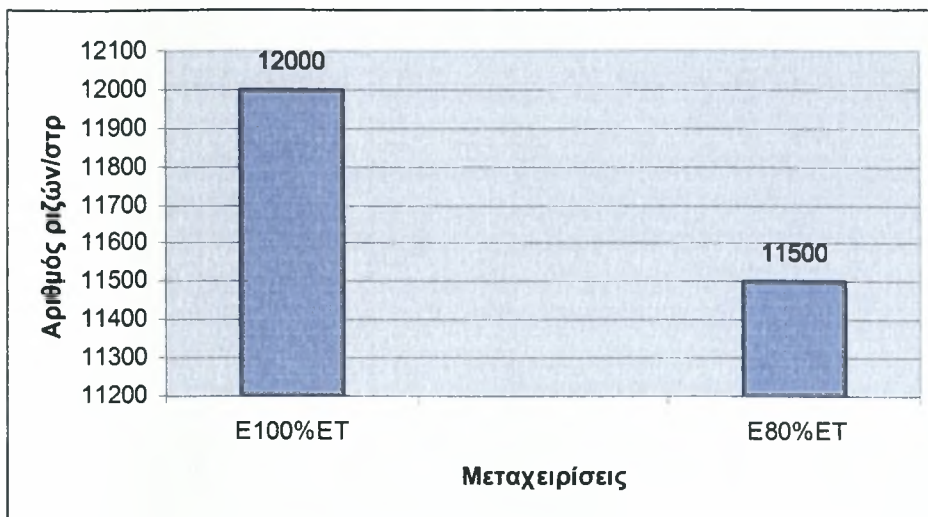
Λόγω ομοιομορφίας φυτρώματος των ζαχαρότευτλων, οι ρίζες δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές όσον αφορά τον αριθμό τους ανά στρέμμα. Η υπολογιζόμενη φυτρωτική ικανότητα προβλέπεται στο 80% (Σχήμα 4.5α., Σχήμα 4.5β, Πίνακας 4.2α., Πίνακας 4.2β.).



Σχήμα 4.5α. Αριθμός ριζών στις δυο μεταχειρίσεις – 1^η δειγματοληψία (15/7/2004)

Επαναλήψεις	Αριθμός ριζών – 1 ^η δειγματοληψία E100%ET	Αριθμός ριζών – 1 ^η δειγματοληψία E80%ET
1	10000	12000
2	12000	10000
3	12000	12000
4	12000	12000
M.O.	11500	11500

Πίνακας 4.2α. Αριθμός ριζών στις δυο μεταχειρίσεις – 1^η δειγματοληψία (15/7/2004)



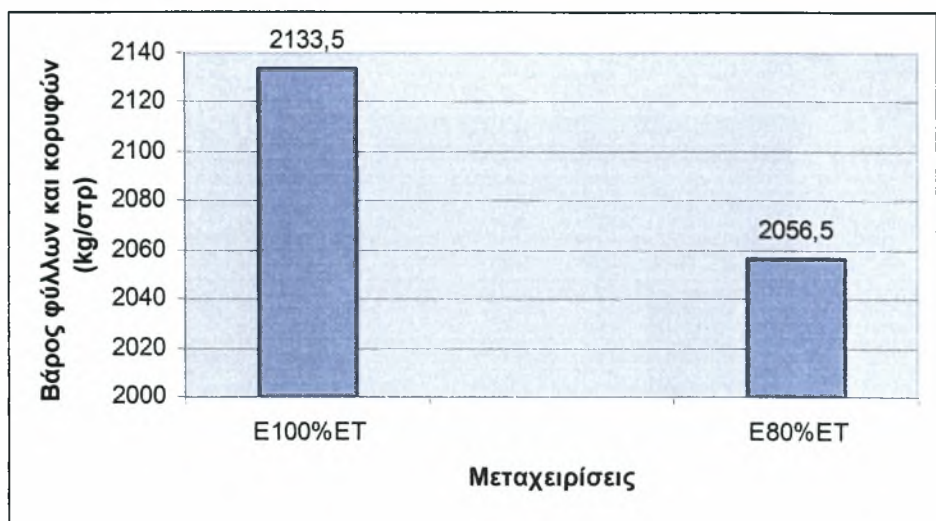
Σχήμα 4.5β. Αριθμός ριζών στις δυο μεταχειρίσεις – 2^η δειγματοληψία (4/9/2004)

Επαναλήψεις	Αριθμός ριζών – 2 ^η δειγματοληψία E100%ET	Αριθμός ριζών – 2 ^η δειγματοληψία E80%ET
1	12000	12000
2	12000	12000
3	12000	10000
4	12000	12000
M.O.	12000	11500

Πίνακας 4.2β. Αριθμός ριζών στις δυο μεταχειρίσεις – 2^η δειγματοληψία (4/9/2004)

4.4.2. Βάρος φύλλων και κορυφών

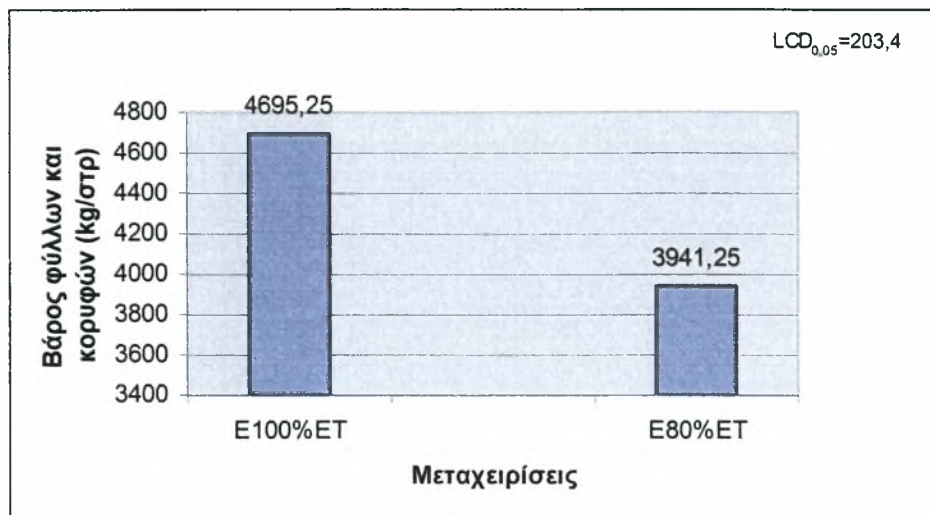
Το μεγαλύτερο βάρος φύλλων και κορυφών το φέρει η μεταχείριση E100%ET. Στην 1^η δειγματοληψία οι διαφορές δεν είναι στατιστικώς σημαντικές (Σχήμα 4.6α., Πίνακας 4.3α.), σε αντίθεση με τη 2^η (Σχήμα 4.6β., Πίνακας 4.3β.).



Σχήμα 4.6α. Βάρος φύλλων και κορυφών (kg/στρ) – 1^η δειγματοληψία (15/7/2004)

Επαναλήψεις	Βάρος φύλλων και κορυφών (kg/στρ) – 1 ^η δειγματοληψία E100%ET	Βάρος φύλλων και κορυφών (kg/στρ) – 1 ^η δειγματοληψία E80%ET
1	1690	1820
2	2400	1810
3	2310	2056
4	2134	2540
M.O.	2133,5	2056,5

Πίνακας 4.3α. Βάρος φύλλων και κορυφών (kg/στρ) – 1^η δειγματοληψία (15/7/2004)



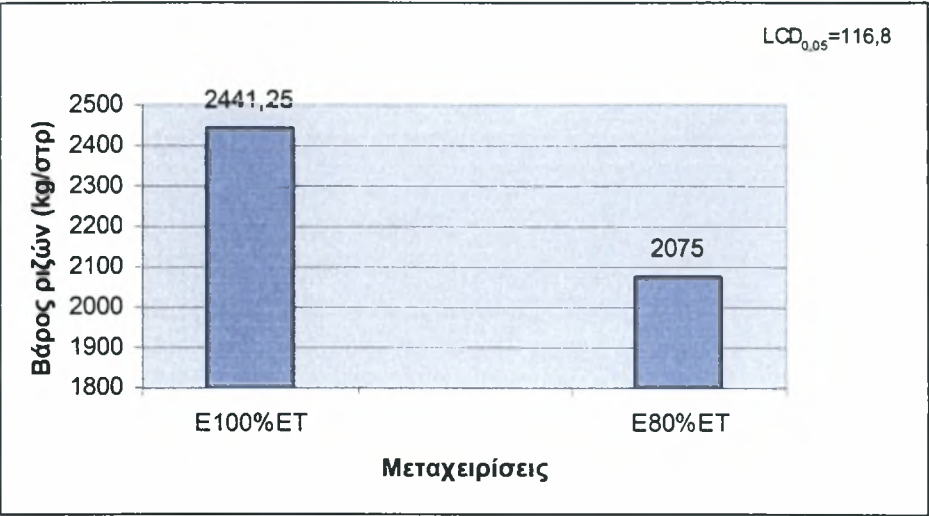
Σχήμα 4.6β. Βάρος φύλλων και κορυφών (kg/στρ) – 2^η δειγματοληψία (4/9/2004)

Επαναλήψεις	Βάρος φύλλων και κορυφών (kg/στρ) – 2 ^η δειγματοληψία E100%ET	Βάρος φύλλων και κορυφών (kg/στρ) – 2 ^η δειγματοληψία E80%ET
1	4595	3900
2	4768	3865
3	4832	3920
4	4586	4080
Μ.Ο.	4695,25	3941,25

Πίνακας 4.3β. Βάρος φύλλων και κορυφών (kg/στρ) – 2^η δειγματοληψία (4/9/2004)

4.4.3. Βάρος ριζών

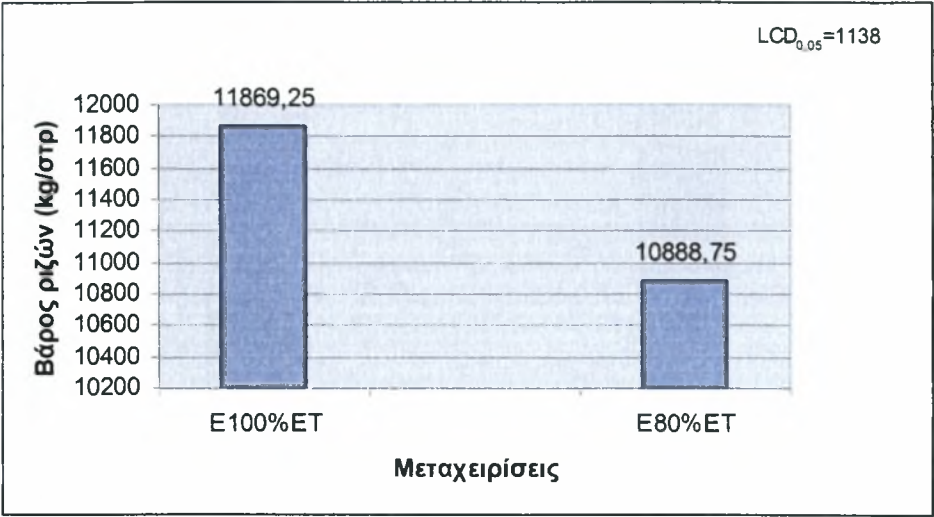
Στην 1^η δειγματοληψία μεγαλύτερο βάρος δίνει η E100%ET με στατιστικώς σημαντική διαφορά από την E80%ET (Σχήμα 4.7α., Πίνακας 4.4α.). Στη 2^η δειγματοληψία, ενώ η E80%ET υπερτερεί, η διαφορά με την E80%ET δεν είναι στατιστικώς σημαντική (Σχήμα 4.7β., Πίνακας 4.4β.).



Σχήμα 4.7α. Βάρος ριζών (kg/στρ) – 1^η δειγματοληψία (15/7/2004)

Επαναλήψεις	Βάρος ριζών (kg/στρ) – 1 ^η δειγματοληψία E100%ET	Βάρος ριζών (kg/στρ) – 1 ^η δειγματοληψία E80%ET
1	2330	1940
2	2560	2120
3	2355	2180
4	2520	2060
M.O.	2441,25	2075

Πίνακας 4.4α. Βάρος ριζών (kg/στρ) – 1^η δειγματοληψία (15/7/2004)



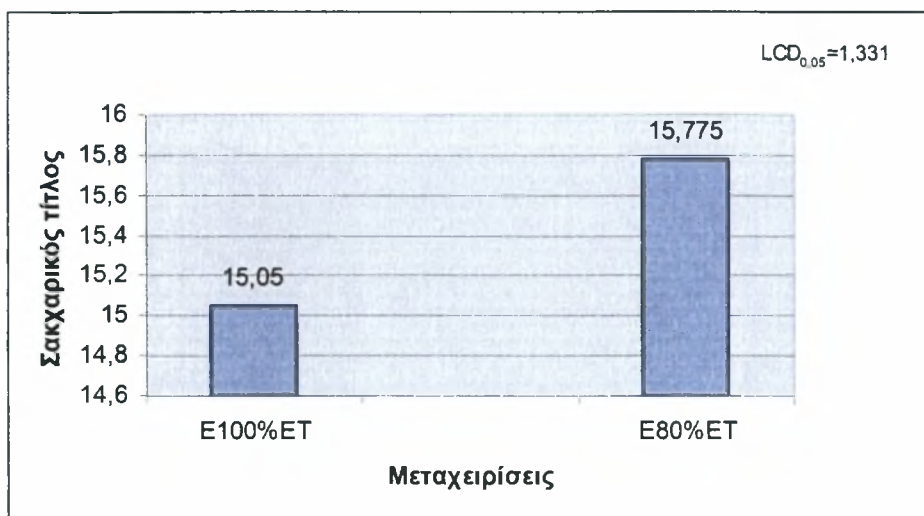
Σχήμα 4.7β. Βάρος ριζών (kg/στρ) – 2^η δειγματοληψία (4/9/2004)

Επαναλήψεις	Βάρος ριζών (kg/στρ) – 2 ^η δειγματοληψία E100%ET	Βάρος ριζών (kg/στρ) – 2 ^η δειγματοληψία E80%ET
1	12342	11620
2	11055	11400
3	11635	11280
4	12445	9255
M.O.	11869,25	10888,75

Πίνακας 4.4β. Βάρος ριζών (kg/στρ) – 2^η δειγματοληψία (4/9/2004)

4.4.4. Σακχαρικός τίτλος (Pol)

Μεγαλύτερο σακχαρικό τίτλο δίνει η E80%ET χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά από την E100%ET (Σχήμα 4.8., Πίνακας 4.5.).



Σχήμα 4.8. Σακχαρικός τίτλος στις δυο μεταχειρίσεις άρδευσης – 2^η δειγματοληψία (4/9/2004)

Επαναλήψεις	Σακχαρικός τίτλος στις δυο μεταχειρίσεις άρδευσης – 2 ^η δειγματοληψία E100%ET	Σακχαρικός τίτλος στις δυο μεταχειρίσεις άρδευσης – 2 ^η δειγματοληψία E80%ET
1	15,55	15,1
2	15,6	16,15
3	14,45	15,4
4	14,6	16,45
M.O.	15,05	15,775

Πίνακας 4.5. Σακχαρικός τίτλος στις δυο μεταχειρίσεις άρδευσης – 2^η δειγματοληψία (4/9/2004)

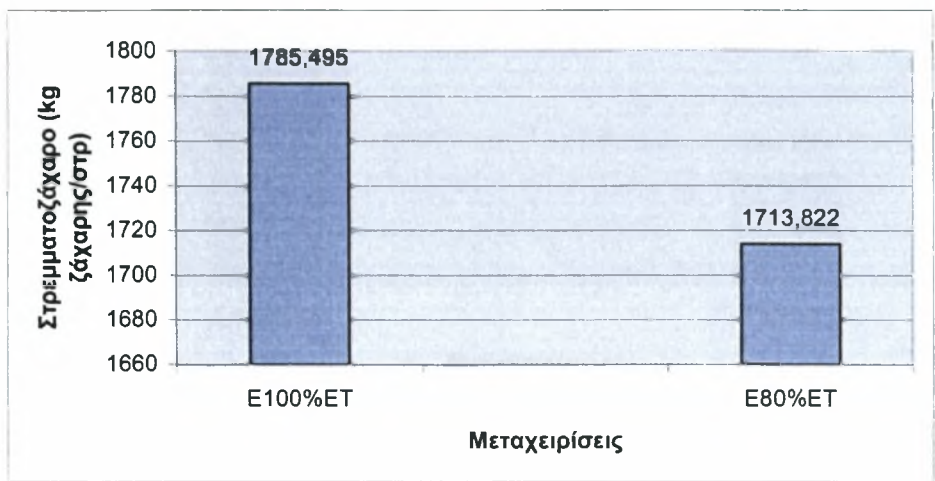
4.4.5. Βάρος ριζών σε σχέση με τον σακχαρικό τίτλο

Η σχέση ανάμεσα στο βάρος των ριζών και τον σακχαρικό τίτλο είναι αντιστρόφως ανάλογη.

4.4.6. Στρεμματοζάχαρο-Αξία αγοράς ζαχαρότευτλων

Στη 2^η δειγματοληψία υπερέχει το στρεμματοζάχαρο της μεταχείρισης E100%ET χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά από την E80%ET (Σχήμα 4.9.,

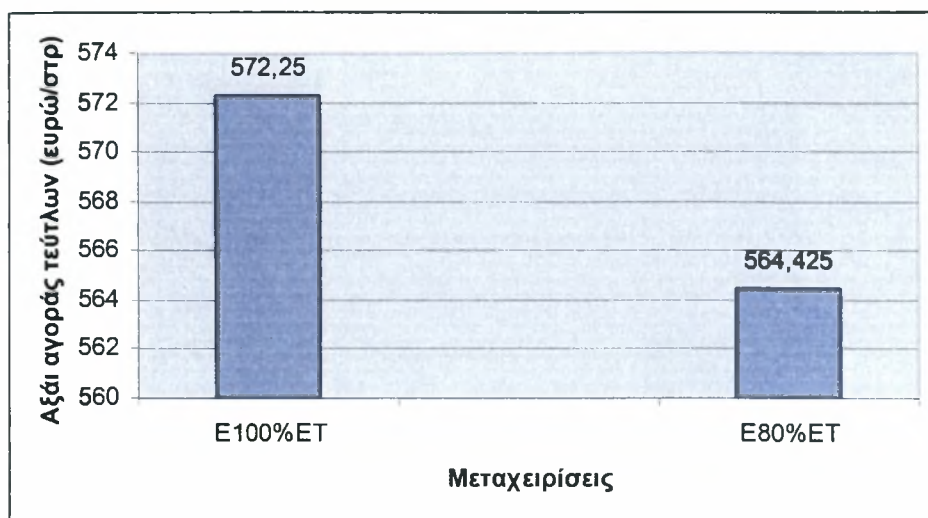
Πίνακας 4.6.). Ομοίως συμβαίνει και με την αξία της παραγωγής (Σχήμα 4.10., Πίνακας 4.7.).



Σχήμα 4.9. Στρεμματοζάχαρο (kg ζάχαρης/στρ) – 2^η δειγματοληψία (4/9/2004)

Επαναλήψεις	Στρεμματοζάχαρο (kg ζάχαρης/στρ) – 2 ^η δειγματοληψία E100%ET	Στρεμματοζάχαρο (kg ζάχαρης/στρ) – 2 ^η δειγματοληψία E80%ET
1	1919,18	1754,62
2	1724,58	1841,1
3	1681,25	1737,12
4	1816,97	1522,45
M.O.	1785,495	1713,822

Πίνακας 4.6. Στρεμματοζάχαρο (kg ζάχαρης/στρ) – 2^η δειγματοληψία (4/9/2004)



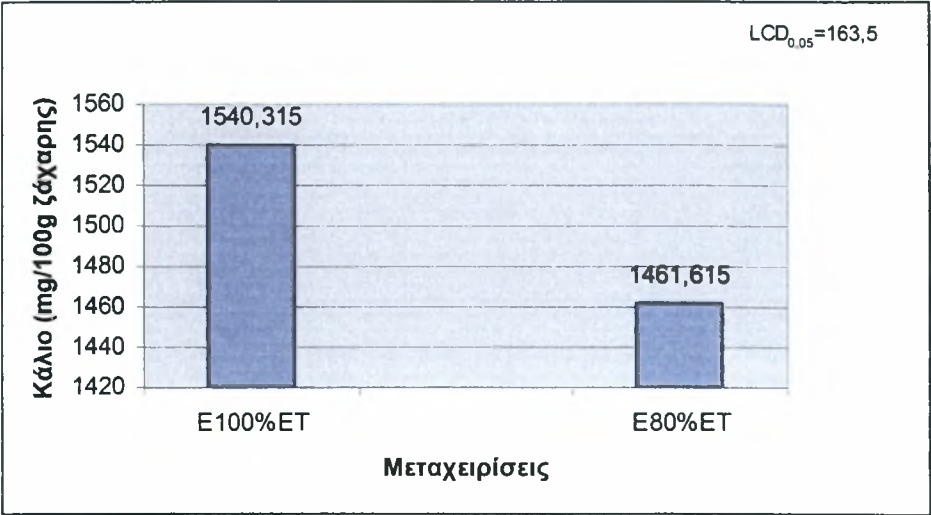
Σχήμα 4.10. Αξία αγοράς τεύτλων (ευρώ/στρ) – 2^η δειγματοληψία (4/9/2004)

Επαναλήψεις	Αξία αγοράς τεύτλων (ευρώ/στρ) – 2 ^η δειγματοληψία E100%ET	Αξία αγοράς τεύτλων (ευρώ/στρ) – 2 ^η δειγματοληψία E80%ET
1	626,6	563,92
2	565,13	615,14
3	525,55	564,9
4	571,72	513,74
M.O.	572,25	564,425

Πίνακας 4.7. Αξία αγοράς τεύτλων (ευρώ/στρ) – 2^η δειγματοληψία (4/9/2004)

4.4.7. Μελασσογόνα συστατικά (K, Na, α-Na)

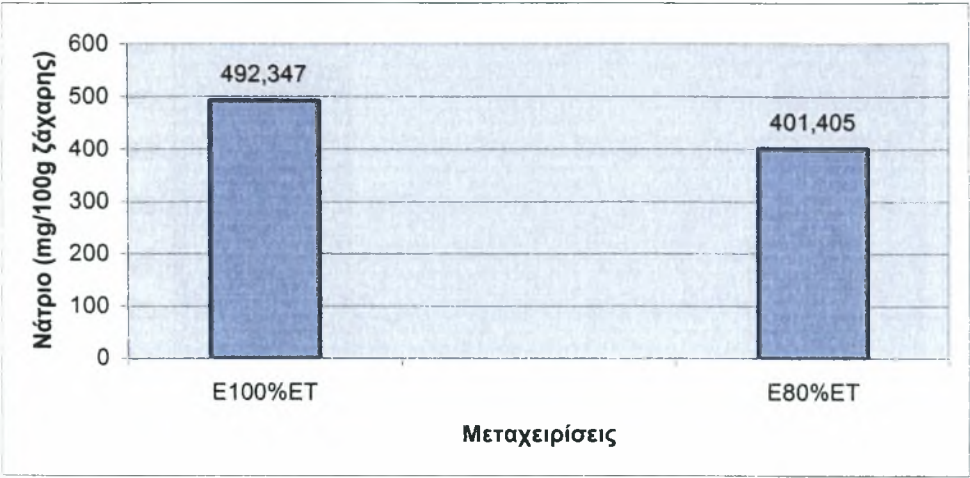
Η μεταχείριση E100%ET υπερέχει χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές από την E80%ET (Σχήμα 4.11α., 4.11β., 4.11γ. και Πίνακας 4.8α., 4.8β., 4.8γ.).



Σχήμα 4.11α. Περιεκτικότητα Κ (mg/100g ζάχαρης) στη ρίζα του τεύτλου – 2^η δειγματοληψία (4/9/2004)

Επαναλήψεις	Περιεκτικότητα Κ στη ρίζα του τεύτλου (mg/100g ζάχαρης) – 2 ^η δειγματοληψία E100%ET	Περιεκτικότητα Κ στη ρίζα του τεύτλου (mg/100g ζάχαρης) – 2 ^η δειγματοληψία E80%ET
1	1407	1634,9
2	1507,5	1502,04
3	1678,75	1443,5
4	1568,01	1266,02
M.O.	1540,315	1461,615

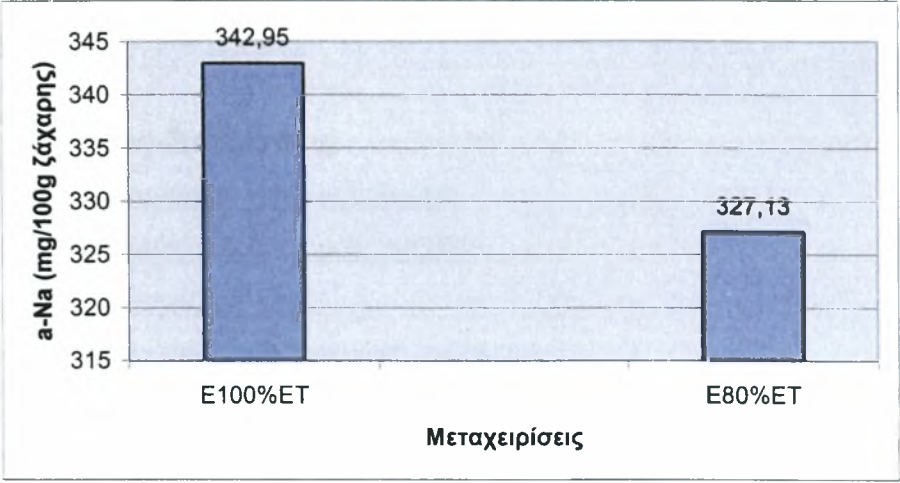
Πίνακας 4.8α. Περιεκτικότητα Κ (mg/100g ζάχαρης) στη ρίζα του τεύτλου – 2^η δειγματοληψία (4/9/2004)



Σχήμα 4.11β. Περιεκτικότητα Na (mg/100g ζάχαρης) στη ρίζα του τεύτλου – 2^η δειγματοληψία (4/9/2004)

Επαναλήψεις	Περιεκτικότητα Na στη ρίζα του τεύτλου (mg/100g ζάχαρης) – 2 ^η δειγματοληψία E100%ET	Περιεκτικότητα Na στη ρίζα του τεύτλου (mg/100g ζάχαρης) – 2 ^η δειγματοληψία E80%ET
1	462,96	456,95
2	443,78	425,82
3	544,36	328,57
4	518,29	394,28
M.O.	492,347	401,405

Πίνακας 4.8β. Περιεκτικότητα Na (mg/100g ζάχαρης) στη ρίζα του τεύτλου – 2^η δειγματοληψία (4/9/2004)



Σχήμα 4.11γ. Περιεκτικότητα a-Na (mg/100g ζάχαρης) στη ρίζα του τεύτλου – 2^η δειγματοληψία (4/9/2004)

Επαναλήψεις	Περιεκτικότητα a-Na στη ρίζα του τεύτλου (mg/100g ζάχαρης) – 2 ^η δειγματοληψία E100%ET	Περιεκτικότητα a-Na στη ρίζα του τεύτλου (mg/100g ζάχαρης) – 2 ^η δειγματοληψία E80%ET
1	342,12	350,46
2	313,2	332,01
3	390,45	248,18
4	326,03	377,87
M.O.	342,95	327,13

Πίνακας 4.8γ. Περιεκτικότητα a-Na (mg/100g ζάχαρης) στη ρίζα του τεύτλου – 2^η δειγματοληψία (4/9/2004)

5. ΠΗΓΕΣ

5.1. Ηλεκτρονικές διευθύνσεις

1. www.ebz.gr/sugar_production.htm
2. www.ebz.gr/sugar_production4.htm
3. www.ebz.gr/profile.htm
4. www.ebz.gr/structure_geopon_guide.asp
5. www.qnest.org/Journal/Vol4_no2_3/SAKELARIOU.pdf
6. www.femise.net/PDF/J_Ganoulis_0700.pdf
7. www.teilar.gr/schools/steg/agriculture/lessons/lessons_online/internet%20tasiopoulos/zaxari/4.htm
8. www.teilar.gr/schools/steg/agriculture/lessons/lessons_online/internet%20tasiopoulos/zaxari/13.htm
9. www.teilar.gr/schools/steg/agriculture/lessons/lessons_online/internet%20tasiopoulos/zaxari/33.htm
10. www.teilar.gr/schools/steg/agriculture/lessons/lessons_online/internet%20papadopoulos/18b.htm
11. www.elyros.com/greek/bulletins/AGRACEO1.pdf
12. www.scientact.gr/gr_fyt.htm
13. www.netafim.com/Irrigation_Products/Irrigation_Control_Products/Miracle_AC_DC/
14. www.netafim.com/img/new_sys/media1/0/15_306.pdf
15. www.aspnet.org/online/common/names/beet.asp
16. www.hort.purdue.edu/newcrop/dulce_energy/Beta_vulgaris.html
17. www.inspection.gc.ca/english/plaveq/bio/dir/bio/dir/bio0201e.pdf
18. plants.usda.gov/cgi_bin/topics.cgi?earl=plant_profile.cgi&symbol-BEVU2
19. europa.eu.int/comm/environment/agriculture/pdf/irrigation.pdf

5.2. Βιβλιογραφία

1. Αξιολόγηση της επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης σε καλλιέργεια ζαχαρότευτλων – Πρακτικά 2^{ου} Εθνικού Συνεδρίου Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ) (Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη Μ., Καλφούντζος Δ., Παπανίκος Ν., Βόλος 2000)
2. Άρδευση με σταγόνα – Άρδευση με αυλάκια (Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη Μ., Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Βόλος 1993)
3. Άρδευση με σταγόνες: Διατάξεις σταλακτοφόρων αγωγών – σταλακτήρων - Αποτελέσματα ερευνητικού έργου (Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης Α.Ε., 2000)
4. Βιομηχανικά φυτά (Στέλλα Γαλανοπούλου - Σενδουκά, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα 2002)
5. Γενική Γεωργία, Πανεπιστημιακές Παραδόσεις (Στέλλα Γαλανοπούλου - Σενδουκά, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος 1999)
6. Γεωργική υδραυλική (Γ.Α.Τερζίδη, Ζ.Γ. Παπαζαφειρίου, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, Απρίλιος 1997)
7. Διατάξεις άρδευσης με σταγόνες σε καλλιέργεια ζαχαρότευτλων – Πρακτικά 2^{ου} Εθνικού Συνεδρίου Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ) (Ντιούδης Π., Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη Μ., Μασλάρης Μ., και Νούσιος Γ., 2000)
8. Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίνου (Μήτσιος Ι., Τούλιος Μ., Χαρούλης Α., Γάτσιος Φ. και Φλωράς Σ., Εκδόσεις Zymel, Αθήνα 2000)
9. Ειδική Γεωργία ΙΙ – Βιομηχανικά φυτά (Σφήκας Α. Γ., Θεσσαλονίκη 1988)
10. Η προσαρμοστικότητα φυτών μεγάλης καλλιέργειας στην Ελλάδα (Φασούλας Α.Π. και Σενλόγλου Ν.Α., Θεσσαλονίκη 1966)
11. Συστήματα αυτόματης άρδευσης. Άρδευση με σταγόνες (Μιχελάκης Μ., Εκδοτική Αγροτεχνική, 1998)

12. Το ερευνητικό πρόγραμμα στα ζαχαρότευτλα – Το ερευνητικό έργο του Ινστιτούτου Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών (Κλαβανίδης Ι., Σίνδος 1979)
13. Φυσιολογία των αγροτικών φυτών: Η φυσιολογία του ζαχαρότευτλου (Πεσεξίδης Σ., Θεσσαλονίκη 1982)
14. An overview of drip irrigation (Carter A. and Howell J., Department of plant and soil sciences, University of Massachusetts, 2000)
15. Compendium of Beet Diseases and Insects (E. D. Whitney and J. E. Duffus, The American Phytopathological Society, APS PRESS, ISBN 0-89054-070-5, 1991)
16. Diseases. In: The sugar beet crop (Duffus J. E. and Ruppel E. G., Edited by D. A. Cooke and R. K. Scott (Eds), Published by Chapman & Hall, London, UK, 1993)
17. Nutrition. In: The sugar beet crop (Draycott P. A., Published by Chapman & Hall, London, UK, 1993)



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074935